КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ИМ. АЛЬ-ФАРАБИ

**Механико-математический факультет**

**Кафедра механики**

|  |  |
| --- | --- |
| **Согласовано**  Декан факультета  Ахмед-ЗакиД.Ж. "\_\_\_\_\_\_\_"\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2012 г. | Утверждено На заседании Научно-методического Совета университета  Протокол №\_5\_ от \_22.\_\_06.\_\_ 2012 г.  Проректор по учебной работе  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_Абдибеков У.С.  "\_\_\_22\_\_\_"\_\_\_\_\_06\_\_\_\_\_ 2012 г. |

# УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ

**Механика элементов конструкций**

Специальность 050603 - механика

(шифр, название)

Форма обучения \_\_дневная\_\_

**Алматы 2012 г.**

**Кунакбаев Тулеген Оспанович, к.ф.м.н., доцент**

На основании \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

(на основании каких документов)

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Рассмотрен и рекомендован на заседании кафедры механики

от «\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2012 г., протокол №\_\_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Калтаев А.

(роспись)

### Рекомендовано методическим Советом (бюро) факультета

«\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2012 г., протокол №\_\_

Председатель \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Ф.И.О.

(роспись)

**Модуль №1. Введение и основные понятия**

Лекционное занятие № 1-2

Механика элементов конструкций как основа инженерных методов и способов расчета элементов конструкций на прочность, жесткость и устойчивость при условиях их долговечности и экономичности. Задачи и содержание курса. Целями и задачами механики элементов конструкций являются: дать простые и практичные методы и способы расчета элементов конструкций на прочность, жесткость и устойчивость для решения широкого круга инженерно-прикладных задач. Место и роль курса в механическом цикле дисциплин, взаимосвязь с теорией упругости и пластичности. Краткие исторические сведения. Основные понятия*.* Перемещения и деформации.

Лекционное занятие № 3-4

Основные гипотезы и расчетная схема. Внутренние усилия в сечениях стержней и метод сечений. Напряжения. Принцип начальных размеров. Силы внешние и внутренние. Упругость и пластичность. Хрупкость и твердость. Виды твердых тел. Статически неопределимые системы. Испытания материалов. Определение усилий при растяжении-сжатии прямых стержней в виде реакций связей.

**Модуль № 2. Осевое растяжение-сжатие стержней. Кручение и сдвиг.**

Лекционное занятие № 5-6

Определение продольных сил, напряжений и деформаций в поперечных в поперечных сечениях прямых стержней. Принцип независимости действия сил и закон Гука. Напряженное и деформированное состояния при растяжении-сжатии прямых стержней. Механизм образования деформации. Влияние температуры и фактора времени на механические характеристики материала.

Лекционное занятие № 7-8

Закон парности касательных напряжений. Механические характеристики материалов. Коэффициент запаса. Общие принципы расчета элементов конструкций и условие прочности. Определение продольных сил, напряжений и деформаций в поперечных в поперечных сечениях прямых стержней. ( Статически неопределимые системы. ) Потенциальная энергия продольной деформации.

Лекционное занятие № 9-10

Чистый сдвиг. Закон Гука. Модуль сдвига. Деформации при сдвиге. Взаимные угловые смещения. Удельная потенциальная энергия при сдвиге. Кручение круглых стержней. Построение эпюры крутящих моментов. Геометрические характеристики поперечных сечений. Статические моменты поперечных сечений. Осевые моменты поперечных сечений. Механизм деформирования стержня с круглым поперечным сечением. Гипотеза плоских сечений.

Лекционное занятие № 11-12

Определение напряжений и перемещений при кручении круглых стержней. Принцип Бернулли – гипотеза плоских сечений. Полярный момент инерции поперечного сечения стержня при кручении. Жесткость вала при кручении. Формула для определения угла поворота поперечного сечения стержня при кручении. Формула для определения касательных напряжений, возникающих в частицах поперечного сечения стержня при кручении. Формула для определения максимальных касательных напряжений, возникающих в частицах поперечного сечения стержня при кручении. Полярный момент сопротивления поперечного сечения стержня при кручении. Потенциальная энергия деформации стержня при кручении.

Модуль № 3.Изгиб балок.

Лекционное занятие № 13-14

Понятие деформации изгиба. Плоский изгиб. Определения. Чистый и поперечный изгиб. Внутренние силовые факторы при изгибе. Построение эпюр изгибающих моментов и поперечных сил, возникающих в поперечных сечениях балки при изгибе. Построение эпюр изгибающих моментов и поперечных сил. Правило определения величины поперечных сил. Правило выбора знака поперечных сил. Правило определения величины изгибающих моментов. Правило выбора знака изгибающих моментов. Дифференциальные зависимости между изгибающим моментом, поперечной силой и интенсивностью внешней нагрузки.

Лекционное занятие № 15-16

Определение нормальных напряжений при чистом изгибе. Доказательство неизменности плоскости поперечного сечения балки при чистом изгибе. Механизм образования деформации балки при чистом изгибе. Определение положения нейтрального слоя и нейтральной линии. Подвижная система осей координат. Понятии прямого и косого видов изгиба. Зависимость кривизны балки от изгибающего момента. Жесткость балки при изгибе. Формула для определения нормальных напряжений, возникающих в частицах поперечного сечения балки при чистом изгибе. Формула для определения максимальных нормальных напряжений, возникающих в частицах поперечного сечения балки при чистом изгибе. Осевой момент сопротивления поперечного сечения балки при изгибе. Потенциальная энергия деформации балки при чистом изгибе.

Лекционное занятие № 17-18

Определение нормальных и касательных напряжений при поперечном изгибе. Приближенная формула для определения нормальных напряжений, возникающих в частицах поперечного сечения балки при поперечном изгибе. Гипотеза плоских сечений. Использование закона парности касательных напряжений для определения касательных напряжений, возникающих в частицах поперечного сечения балки при поперечном изгибе. Формула Журавского для определения касательных напряжений, возникающих в частицах поперечного сечения балки при поперечном изгибе. Формула для определения максимальных касательных напряжений, возникающих в частицах поперечного сечения балки при поперечном изгибе.

Модуль № 4.Перемещения в стержневых системах при произвольном нагружении.

Лекционное занятие № 19-20

Потенциальная энергия стержня при произвольном нагружении. Потенциальная энергия элемента стержня как сумма независимых работ каждого из шести внутренних силовых факторов. Определение безразмерных коэффициентов, характеризующих геометрическую форму поперечного сечения стержня. Частные случаи при применении формулы для определения потенциальной энергии стержня при произвольном нагружении. Приложение принципа возможных перемещений к деформируемым системам. Общие теоремы механики деформируемого твердого тела. Теорема Кастилиано. Теорема о взаимности работ и теорема о взаимности перемещений. Примеры.

Лекционное занятие № 21-22

Определение перемещений в стержневых системах при произвольном нагружении. Недостатки определения перемещений в стержневых системах при произвольном нагружении с помощью теоремы Кастилиано. Путь преодоления этих недостатков. Интеграл перемещений Максвелла-Мора. Метод приложения фиктивной силы. Определение внутренних силовых факторов от единичной силы. Способ Верещагина. Два условия применимости способа Верещагина. Пути приближенного применения способа Верещагина. Определение перемещений и деформаций с помощью теорем о взаимности работ и перемещений. Примеры.

Модуль № 5.Раскрытие статической неопределимости стержневых систем методом сил.

Лекционное занятие № 23-24

Связи, накладываемые на стержневую систему. Понятии стержневых систем в Виле фермы и рамы. Плоские и пространственные системы. Степень статической неопределимости. Необходимые и дополнительные числа связей. Внутренние и внешние связи стержневых систем. Определение связей в замкнутых контурах. Взаимные связи. Принцип приложения неизвестных внутренних силовых факторов. Идея метода сил. Выбор основной системы метода сил. Построение эпюр внутренних силовых факторов в рамах.

Лекционное занятие № 25-26

Уравнения для определения неизвестных внутренних силовых факторов. Канонические уравнения метода сил. Использование принципа независимости сил и закона Гука. Формула для определения коэффициентов канонических уравнений метода сил. Применение способа Верещагина. Примеры. Понятие о методе перемещений.

Модуль № 6.Устойчивость сжатых стержней*.*

Лекционное занятие № 27-28

Понятие об устойчивости. Постановка задач об устойчивости упругих систем. Задача Эйлера. Дифференциальное уравнение упругой линии сжатого стержня. Вывод формулы для определения критической силы. Понятие эйлеровой силы. Высшие формы равновесия. Виды граничных условий при рассмотрении устойчивости сжатого стержня. Метод зеркального отражения. Зависимость критической силы от условий закрепления стержня. Коэффициент приведения длины стержня. Вывод формулы коэффициента приведения длины стержня для особого случая.

Лекционное занятие № 29-30

Энергетический метод определения критических нагрузок. Поиск условий, при которых энергия равновесной системы сохраняет минимум ( система остается устойчивой ). Приближенное определение критических нагрузок. Энергетический баланс. О пределах применимости формулы Эйлера. Диаграмма испытания материала. Переменный модуль упругости. Снижение текущего модуля упругости. Формула для величины критического напряжения через гибкость стержня. Метод коэффициента снижения допускаемого напряжения. Заключительные выводы.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Цель курса | | Целями и задачами механики элементов конструкций являются: дать простые и практичные методы и способы расчета элементов конструкций на прочность, жесткость и устойчивость для решения широкого круга инженерно-прикладных задач. | |
| Пререквизиты | | Изучению данного курса предшествуют следующие дисциплины: дифференциальное и интегральное исчисление, дифференциальная и аналитическая геометрия; физика; теоретическая механика и модели механики сплошной среды. | |
| Постреквизиты | | Механика твердого деформируемого тела. Дисциплины и лаборатории специализации. Курсовые и выпускные работы. | |
| **Основные учебники и учебные материалы** | **Основные:**  1.Работнов Ю.Н. Механика деформируемого твердого тела. М., 1989.  2.Феодосьев В.И. Сопротивление материалов. М., 1986.  3.Дарков А.В., Шапошников Н.И. Строительная механика. М., 1986.  4.Смирнов А.Ф. Строительная механика. Динамика и устойчивость сооружений. М., 1984.  5.Клюшников В.Д. Физико-математические основы прочности и пластичности. М., 1979.  6.Бабаков Н.М. Теория колебаний. М., 1978.  7.Вольмир А.С и др. Сборник задач по сопротивлению материалов. М., 1984.  8.Качурин В.К. и др. Сборник задач по сопротивлению материалов. М., 1975.  **Дополнительная**  1. Тимошенко С.П. Прочность и колебания элементов конструкций. М., 1975.  2. Качанов Л.М. Основы теории пластичности. М.,  3. Искакбаев А.И. Задачи по механике деформируемого твердого тела. Алматы, 2001.  4. Миролюбов И.Н. и др. Пособие к решению задач по сопротивлению материалов. М., 1985. | |
| **Методы преподавания** | Данная программа курса регламентирует занятия в форме лекций. Практическое закрепление материала осуществляется в рамках лабораторных занятий в соответствии с расписанием и данной программой.  Задания на самостоятельную работу выдает лектор курса, прием самостоятельной работы осуществляется также лектором курса в установленные сроки. Рубежные задания принимает преподаватель практических занятий. | | |
| Посещение занятий | По утверждённым правилам студент может пропустить не более трёх занятий. Если студент пропустил более трёх занятий (по неуважительным причинам), то преподаватель обязан проинформировать студента, что он отчислен из данного учебного курса. | | |
| **Дополнительные требования** | Одно опоздание на занятие и/или уход до окончания занятий по любым причинам будут считаться как одно пропущенное занятие, не подлежащее восстановлению.  Сотовые телефоны должны быть выключены в аудитории. Несоблюдение этого правила является нарушением требований. | | |
| **Самостоятельная работа студента** | Выдача СРС1 на 1-3 неделе, 8-9 неделе  Прием СРС не позднее 7 недели и не позднее 15 недели. | | |
| **Задания, сдаваемые студентами после установленного срока** | Не принимаются | | |

**Шкала оценки знаний:**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Оценка по буквенной системе | Цифровой эквивалент баллов | %-ное содержание | Оценка по традиционной системе |
| А | 4,0 | 95-100 | Отлично |
| А- | 3,67 | 90-94 |
| В+ | 3,33 | 85-89 | Хорошо |
| В | 3,0 | 80-84 |
| В- | 2,67 | 75-79 |
| С+ | 2,33 | 70-74 | Удовлетворительно |
| С | 2,0 | 65-69 |
| С- | 1,67 | 60-64 |
| D+ | 1,33 | 55-59 |
| D- | 1,0 | 50-54 |
| F | 0 | 0-49 | Неудовлетворительно |
| I  (Incomplete) | - | - | «Дисциплина не завершена»  (*не учитывается при вычислении GPA)* |
| P  (Pass) | **-** | **-** | «Зачтено»  (*не учитывается при вычислении GPA)* |
| NP  (No Рass) | **-** | **-** | «Не зачтено»  (*не учитывается при вычислении GPA)* |
| W  (Withdrawal) | - | - | «Отказ от дисциплины»  (*не учитывается при вычислении GPA)* |
| AW  (Academic Withdrawal) |  |  | Снятие с дисциплины по академическим причинам  (*не учитывается при вычислении GPA)* |
| AU  (Audit) | - | - | «Дисциплина прослушана»  (*не учитывается при вычислении GPA)* |
| Атт. |  | 30-60  50-100 | Аттестован |
| Не атт. |  | 0-29  0-49 | Не аттестован |
| R (Retake) | - | - | Повторное изучение дисциплины |

|  |  |
| --- | --- |
| Оценка | Итоговая оценка студента за данный курс будет формироваться из следующих компонентов:  1. Домашние работы, успеваемость на занятии, а также посещаемость – 20 % (10% за 1-7 недели; 10% за 8-15 недели);  2. Рубежный контроль:  контрольная работа, коллоквиум – 24 % (12% за 1-7 недели; 12% за 8-15 недели независимо от количества рубежных контролей);  самостоятельная работа (СРС) –16 % (8% за 1-7 недели; 8% за 8-15 недели, количество СРС не меньше 2);  3.Итоговый экзамен (проводится в устной, письменной, тестовой или комбинированной форме) – 40 %.  Максимальный показатель успеваемости за 7 недель составляет 30%, за 15 недель – 60%.  Если студент не набрал 30% в течение семестра, то он не допускается к экзаменам.  Сдача экзамена является обязательным условием окончания семестра и получения кредита. |

**Программа курса**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Модуль №1** | **Введение и основные понятия** | **Кол-во акад.часов** |
| 1 неделя |  | 3 ч. |
| Лекционное занятие № 1 | Механика элементов конструкций как основа инженерных методов и способов расчета элементов конструкций на прочность, жесткость и устойчивость при условиях их долговечности и экономичности. Задачи и содержание курса. Место и роль курса в механическом цикле дисциплин, взаимосвязь с теорией упругости и пластичности. Краткие исторические сведения. Основные понятия*.* Перемещения и деформации. | 1 ч. |
| Лабораторное занятие №1 | Условия равновесия для стержневых систем. Определение реакций связей. | 1 ч. |
| СРСП | Силы внешние и внутренние. Упругость и пластичность. Хрупкость и твердость. Виды твердых тел. Статически неопределимые системы. Испытания материалов. | 1 ч. |
| 2 неделя |  | 2 ч. |
| Лекционное занятие № 2 | Основные гипотезы и расчетная схема. Внутренние усилия в сечениях стержней и метод сечений. Напряжения. Принцип начальных размеров. | 1 ч. |
| Лабораторное занятие № 2 | Определение усилий при растяжении-сжатии прямых стержней в виде реакций связей. | 1 ч. |
| **Итого по модулю № 1** |  | **5 ч.** |
| Модуль № 2 | **Осевое растяжение-сжатие стержней.**  **Кручение и сдвиг.** |  |
| 3 неделя |  | 3 ч. |
| Лекционное занятие № 3 | Определение продольных сил, напряжений и деформаций в поперечных в поперечных сечениях прямых стержней.  Принцип независимости действия сил и закон Гука. | 1 ч. |
| Лабораторное занятие № 3 | Определение продольных сил, напряжений и деформаций в поперечных сечениях прямых стержней. | 1 ч. |
| СРСП | Напряженное и деформированное состояния при растяжении-сжатии прямых стержней. | 1 ч. |
| 4 неделя |  | 2 ч. |
| Лекционные занятие № 4 | Закон парности касательных напряжений. Механические характеристики материалов. Коэффициент запаса. Общие принципы расчета элементов конструкций и условие прочности. | 1 ч. |
| Лабораторное занятие № 4 | Определение продольных сил, напряжений и деформаций в поперечных в поперечных сечениях прямых стержней.  Статически неопределимые системы. | 1 ч. |
| 5 неделя |  | 3 ч. |
| Лекционные занятие № 5 | Чистый сдвиг. Закон Гука. Кручение круглых стержней. Построение эпюры крутящих моментов. | 1 ч. |
| Лабораторное занятие № 5 | Построение эпюры крутящих моментов. | 1 ч. |
| СРСП | Геометрические характеристики поперечных сечений | 1ч. |
| 6 неделя |  | 2ч. |
| Лекционные занятие № 6 | Определение напряжений и перемещений при кручении круглых стержней. | 1ч. |
| Лабораторное занятие № 6 | Определение напряжений и перемещений при кручении круглых стержней. | 1 ч. |
| Итого по модулю № 2 |  | **10 ч.** |
| Модуль № 3 | **Изгиб балок.** |  |
| 7 неделя |  | 3ч. |
| Лекционное занятие № 7 | Плоский изгиб. Определения. Построение эпюр изгибающих моментов и поперечных сил. | 1ч. |
| Лабораторное занятие № 7 | Построение эпюр изгибающих моментов и поперечных сил. | 1 ч. |
| СРСП | Механизм образования деформации. Влияние температуры и фактора времени на механические характеристики материала. | 1ч. |
| 8 неделя |  | 2ч. |
| Лекционное занятие № 8 | Гипотеза плоских сечений. Определение нормальных напряжений при чистом изгибе. | 1ч. |
| Лабораторное занятие № 8 | Определение нормальных напряжений при чистом изгибе. | 1 ч. |
| 9 неделя |  | 3ч. |
| Лекционные занятие № 9 | Определение нормальных и касательных напряжений при поперечном изгибе. | 1ч. |
| Лабораторное занятие № 9 | Определение нормальных и касательных напряжений при поперечном изгибе. | 1 ч. |
| СРСП | Дифференциальное уравнение изогнутой оси балки и его интегрирование. Примеры. | 1 ч. |
| Итого по модулю № 3 |  | **8 ч.** |
| Модуль № 4 | **Перемещения в стержневых системах при произвольном нагружении.** |  |
| 10 неделя |  | 2 ч. |
| Лекционные занятие № 10 | Потенциальная энергия стержня при произвольном нагружении. Приложение принципа возможных перемещений к деформируемым системам. Общие теоремы механики деформируемого твердого тела. | 1ч. |
| Лабораторное занятие № 10 | Расчеты на прочность при изгибе балок. | 1 ч. |
| 11 неделя |  | 3ч. |
| Лекционные занятие № 11 | Определение перемещений в стержневых системах. Интеграл перемещений Максвелла-Мора.  Способ Верещагина. | 1ч. |
| Лабораторное занятие № 11 | Определение перемещений в стержневых системах. Интеграл перемещений Максвелла-Мора.  Способ Верещагина. | 1 ч. |
| СРСП | Определение перемещений и деформаций с помощью теорем о взаимности работ и перемещений. | 1ч. |
| Итого по модулю № 4 |  | **5ч.** |
| Модуль № 5 | **Раскрытие статической неопределимости стержневых систем методом сил.** |  |
| 12 неделя |  | 2ч. |
| Лекционные занятие № 12 | Связи, накладываемые на стержневую систему. Степень статической неопределимости. Выбор основной системы метода сил. | 1ч. |
| Лабораторное занятие № 12 | Построение эпюр внутренних силовых факторов в рамах. | 1 ч. |
| 13 неделя |  | 3ч. |
| Лекционные занятие № 13 | Канонические уравнения метода сил. Примеры. Понятие о методе перемещений. | 1ч. |
| Лабораторное занятие № 13 | Метод сил. | 1 ч. |
| СРСП | Использование свойств симметрии при раскрытии статической неопределимости | 1ч. |
| Итого по модулю № 5 |  | **5 ч.** |
| Модуль № 6 | **Устойчивость сжатых стержней*.*** |  |
| 14 неделя |  | 2ч. |
| Лекционные занятие № 14 | Понятие об устойчивости. Определение критических нагрузок. Задача Эйлера. Зависимость критической силы от условий закрепления стержня. | 1ч. |
| Лабораторное занятие № 14 | Задача Эйлера. Определение критических нагрузок. | 1 ч. |
| 15 неделя |  | 2 ч. |
| Лекционные занятие № 15 | Энергетический метод определения критических нагрузок. О пределах применимости формулы Эйлера. | 1 ч. |
| Лабораторное занятие № 15 | Метод коэффициента снижения допускаемого напряжения. | 1 ч. |
| Итого по модулю № 6 |  | **4 ч.** |
| Итого в семестре |  | **37 ч.** |

## *График учебных занятий и рубежных контролей*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| недели | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| лекции | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |  |
| лабораторные  занятия | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |  |
| СРС |  |  |  |  |  | ИЗ |  |  |  |  |  |  |  | ИЗ |  |  |
| рубежный контроль |  |  |  |  |  | КР |  |  |  |  |  |  |  | КР |  | Э |

**Обозначение: Э-экзамен, ИЗ-индивид.задание, КР – контрольная работа**

**Темы СРС ( 15 часов )**

1. Силы внешние и внутренние. Упругость и пластичность. Хрупкость и твердость - 1 час.

2. Виды твердых тел. Статически неопределимые системы. Испытания материалов- 1 час.

3. Напряженное и деформированное состояния при растяжении-сжатии прямых стержней- 1 час.

4. Потенциальная энергия продольной деформации- 1 час.

5. Геометрические характеристики поперечных сечений- 1 час.

6. Учет действия собственного веса при продольной деформации- 1 час.

7. Механизм образования деформации- 1 час.

8. Дифференциальное уравнение изогнутой оси балки и его интегрирование- 1 час.

9. Влияние температуры и фактора времени на механические характеристики материала- 1 час.

10. Кручение стержня с некруглым поперечным сечением- 1 час.

11. Определение перемещений и деформаций с помощью теорем о взаимности работ и перемещений- 1 час.

12. Построение эпюр внутренних силовых факторов в фермах- 1 час.

13. Использование свойств симметрии при раскрытии статической неопределимости- 1 час.

14. Примеры определения критических нагрузок- 1 час.

15. Продольно-поперечный изгиб- 1 час.

**Темы контрольных работ**

**КР-1.**

1.Определение продольных сил, напряжений и деформаций в поперечных в поперечных сечениях прямых стержней.

2. Определение продольных сил, напряжений и деформаций в поперечных в поперечных сечениях прямых стержней. Статически неопределимые системы.

3. Построение эпюры крутящих моментов.

4. Определение напряжений и перемещений при кручении круглых стержней.

**КР-2.**

1. Построение эпюр изгибающих моментов и поперечных сил.
2. Определение нормальных напряжений при чистом изгибе.
3. Определение нормальных и касательных напряжений при поперечном изгибе.
4. Расчеты на прочность при изгибе балок.

5. Определение перемещений в стержневых системах. Интеграл перемещений Максвелла-Мора. Способ Верещагина.

6. Метод сил.

7. Задача Эйлера. Определение критических нагрузок.

#### Список вопросов к экзамену

1. Цель курса и основные задачи.
2. Расчетная схема и основные гипотезы.
3. Перемещения и деформация.
4. Вектор напряжения.
5. Метод сечения.
6. Закон Гука и принцип независимости действия сил.
7. Напряжение при продольной деформации.
8. Перемещения и деформация при продольной деформации.
9. Механические характеристики материалов.
10. Принцип начальных размеров.
11. Построение эпюр продольных сил.
12. Коэффициент запаса и условие прочности.
13. Осевые моменты инерции поперечных сечений.
14. Статические моменты поперечных сечений.
15. Построение эпюры крутящих моментов.
16. Определение напряжений при кручении круглых стержней.
17. Определение перемещений при кручении круглых стержней.
18. Построение эпюр изгибающих моментов и поперечных сил.
19. Определение нормальных напряжений при чистом изгибе.
20. Определение нормальных и касательных напряжений при поперечном изгибе.
21. Дифференциальное уравнение изогнутой оси балки и его интегрирование.
22. Теорема Кастилиано.
23. Теорема о взаимности работ и о взаимности перемещений.
24. Интеграл перемещений Максвелла-Мора.
25. Способ Верещагина.
26. Задача Эйлера.
27. Зависимость критической силы от условий закрепления стержня.
28. Связи, накладываемые на стержневую систему. Степень статической неопределимости. Выбор основной системы метода сил.
29. Канонические уравнения метода сил.
30. Пределы применимости формулы Эйлера.

**Политика академического поведения и этики**

Будьте толерантны, уважайте чужое мнение. Возражения формулируйте в корректной форме. Плагиат и другие формы нечестной работы недопустимы. Недопустимы подсказывание и списывание во время сдачи СРС, промежуточного контроля и экзамена, копирование решенных задач другими лицами, сдача экзамена за другого студента. Студент, уличенный в фальсификации любой информации курса, получит итоговую оценку «F».

*Рассмотрено на заседании кафедры*

*протокол № \_\_ от « \_\_ » \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ г.*

**Зав.кафедрой механики, д.ф.-м.н., проф.** \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Калтаев А.

**Лектор к.ф.-м.н., доц.** \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Кунакбаев Т.

**КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ им.аль-Фараби**

**Механико-математический факультет**

**Образовательная программа по специальности «050603 -** **механика»**

|  |  |
| --- | --- |
|  | Утверждено на заседании Ученого совета  механика- математического факультета  Протокол №\_\_\_\_от « \_\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_ 200 г.  Декан факультета Ахмед-Заки Д.Ж. |

**СИЛЛАБУС\***

**по основному обязательному / основному элективному / профессиональному элективному**

*(нужное оставить)*

**модулю \_\_** (номер) **«Механика элементов конструкций »** 2 кредита(ов)

**По дисциплине «Механика элементов конструкций »**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Количество кредитов** | | 3 кредита | |
| Даты занятий | | С 01сентября 2012 года по 13 декабря 2013 года | |
| Часы занятий | | Согласно расписанию | |
| Преподаватель | | Кунакбаев Тулеген Оспанович, к.ф.м.н., доцент | |
| **Телефон,**  **эл. почта** | | Дом.тел. 376-65-48 | |
| Консультации | | На кафедре механики (к.313) с 14 до 15 часов по средам. Телефон кафедры 292-60-22, д.2186 | |
| Описание курса | | Данная учебная дисциплина является основой инженерных наук и дает возможность специалистам университетского профиля применять свои знания для постановки и решения различных технических задач.  Основной смежной дисциплиной является механика сплошной среды, а также ряд специальных дисциплин. В курсе механики сплошной среды даются фундаментальные основы механики деформируемого твердого тела, а при постановке задачи используется более полная расчетная схема  . В ряде специальных дисциплин решаются отдельные задачи, которые дополняют круг рассматриваемых в нашем курсе вопросов.  В результате изучения курса студенты должны:  - иметь представление о методах и способах расчета элементов конструкций на прочность, жесткость и устойчивость при условиях их долговечности и экономичности; о распределении усилий и напряжений в работающих элементах конструкций;  - знать основные понятия, допущения и соотношения курса; методику решения задач прочности, жесткости и устойчивости различных элементов конструкций; основные механические характеристики конструкционных материалов;  - уметь выбрать расчетную схему и соответствующий метод расчета и решать реальные задачи прочности, жесткости и устойчивости, анализировать результаты теоретического и экспериментального исследований. | |
| Цель курса | | Целями и задачами механики элементов конструкций являются: дать простые и практичные методы и способы расчета элементов конструкций на прочность, жесткость и устойчивость для решения широкого круга инженерно-прикладных задач. | |
| Пререквизиты | | Изучению данного курса предшествуют следующие дисциплины: дифференциальное и интегральное исчисление, дифференциальная и аналитическая геометрия; физика; теоретическая механика и модели механики сплошной среды. | |
| Постреквизиты | | Механика твердого деформируемого тела. Дисциплины и лаборатории специализации. Курсовые и выпускные работы. | |
| **Основные учебники и учебные материалы** | **Основные:**  1.Работнов Ю.Н. Механика деформируемого твердого тела. М., 1989.  2.Феодосьев В.И. Сопротивление материалов. М., 1986.  3.Дарков А.В., Шапошников Н.И. Строительная механика. М., 1986.  4.Смирнов А.Ф. Строительная механика. Динамика и устойчивость сооружений. М., 1984.  5.Клюшников В.Д. Физико-математические основы прочности и пластичности. М., 1979.  6.Бабаков Н.М. Теория колебаний. М., 1978.  7.Вольмир А.С и др. Сборник задач по сопротивлению материалов. М., 1984.  8.Качурин В.К. и др. Сборник задач по сопротивлению материалов. М., 1975.  **Дополнительная**  1. Тимошенко С.П. Прочность и колебания элементов конструкций. М., 1975.  2. Качанов Л.М. Основы теории пластичности. М.,  3. Искакбаев А.И. Задачи по механике деформируемого твердого тела. Алматы, 2001.  4. Миролюбов И.Н. и др. Пособие к решению задач по сопротивлению материалов. М., 1985. | |
| **Методы преподавания** | Данная программа курса регламентирует занятия в форме лекций. Практическое закрепление материала осуществляется в рамках лабораторных занятий в соответствии с расписанием и данной программой.  Задания на самостоятельную работу выдает лектор курса, прием самостоятельной работы осуществляется также лектором курса в установленные сроки. Рубежные задания принимает преподаватель практических занятий. | | |
| Посещение занятий | По утверждённым правилам студент может пропустить не более трёх занятий. Если студент пропустил более трёх занятий (по неуважительным причинам), то преподаватель обязан проинформировать студента, что он отчислен из данного учебного курса. | | |
| **Дополнительные требования** | Одно опоздание на занятие и/или уход до окончания занятий по любым причинам будут считаться как одно пропущенное занятие, не подлежащее восстановлению.  Сотовые телефоны должны быть выключены в аудитории. Несоблюдение этого правила является нарушением требований. | | |
| **Самостоятельная работа студента** | Выдача СРС1 на 1-3 неделе, 8-9 неделе  Прием СРС не позднее 7 недели и не позднее 15 недели. | | |
| **Задания, сдаваемые студентами после установленного срока** | Не принимаются | | |

**Шкала оценки знаний:**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Оценка по буквенной системе | Цифровой эквивалент баллов | %-ное содержание | Оценка по традиционной системе |
| А | 4,0 | 95-100 | Отлично |
| А- | 3,67 | 90-94 |
| В+ | 3,33 | 85-89 | Хорошо |
| В | 3,0 | 80-84 |
| В- | 2,67 | 75-79 |
| С+ | 2,33 | 70-74 | Удовлетворительно |
| С | 2,0 | 65-69 |
| С- | 1,67 | 60-64 |
| D+ | 1,33 | 55-59 |
| D- | 1,0 | 50-54 |
| F | 0 | 0-49 | Неудовлетворительно |
| I  (Incomplete) | - | - | «Дисциплина не завершена»  (*не учитывается при вычислении GPA)* |
| P  (Pass) | **-** | **-** | «Зачтено»  (*не учитывается при вычислении GPA)* |
| NP  (No Рass) | **-** | **-** | «Не зачтено»  (*не учитывается при вычислении GPA)* |
| W  (Withdrawal) | - | - | «Отказ от дисциплины»  (*не учитывается при вычислении GPA)* |
| AW  (Academic Withdrawal) |  |  | Снятие с дисциплины по академическим причинам  (*не учитывается при вычислении GPA)* |
| AU  (Audit) | - | - | «Дисциплина прослушана»  (*не учитывается при вычислении GPA)* |
| Атт. |  | 30-60  50-100 | Аттестован |
| Не атт. |  | 0-29  0-49 | Не аттестован |
| R (Retake) | - | - | Повторное изучение дисциплины |

|  |  |
| --- | --- |
| Оценка | Итоговая оценка студента за данный курс будет формироваться из следующих компонентов:  1. Домашние работы, успеваемость на занятии, а также посещаемость – 20 % (10% за 1-7 недели; 10% за 8-15 недели);  2. Рубежный контроль:  контрольная работа, коллоквиум – 24 % (12% за 1-7 недели; 12% за 8-15 недели независимо от количества рубежных контролей);  самостоятельная работа (СРС) –16 % (8% за 1-7 недели; 8% за 8-15 недели, количество СРС не меньше 2);  3.Итоговый экзамен (проводится в устной, письменной, тестовой или комбинированной форме) – 40 %.  Максимальный показатель успеваемости за 7 недель составляет 30%, за 15 недель – 60%.  Если студент не набрал 30% в течение семестра, то он не допускается к экзаменам.  Сдача экзамена является обязательным условием окончания семестра и получения кредита. |

**Программа курса**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Модуль №1** | **Введение и основные понятия** | **Кол-во акад.часов** |
| 1 неделя |  | 5 ч. |
| Лекционные занятия №1 | Механика элементов конструкций как основа инженерных методов и способов расчета элементов конструкций на прочность, жесткость и устойчивость при условиях их долговечности и экономичности. Задачи и содержание курса. Место и роль курса в механическом цикле дисциплин, взаимосвязь с теорией упругости и пластичности. Краткие исторические сведения. Основные понятия*.* Перемещения и деформации. | 2 ч. |
| Лабораторное занятие №1 | Условия равновесия для стержневых систем. Определение реакций связей. | 1 ч. |
| СРСП | Силы внешние и внутренние. Упругость и пластичность. Хрупкость и твердость. | 2 ч. |
| 2 неделя |  | 5 ч. |
| Лекционные занятия № 2 | Основные гипотезы и расчетная схема. Внутренние усилия в сечениях стержней и метод сечений. Напряжения. Принцип начальных размеров. | 2 ч. |
| Лабораторное занятие № 2 | Определение усилий при растяжении-сжатии прямых стержней в виде реакций связей. | 1 ч. |
| СРСП | Виды твердых тел. Статически неопределимые системы. Испытания материалов. | 2 ч. |
| **Итого по модулю № 1** |  | **10 ч.** |
| Модуль № 2 | **Осевое растяжение-сжатие стержней.**  **Кручение и сдвиг.** |  |
| 3 неделя |  | 5 ч. |
| Лекционные занятия № 5-6 | Определение продольных сил, напряжений и деформаций в поперечных в поперечных сечениях прямых стержней.  Принцип независимости действия сил и закон Гука. | 2 ч. |
| Лабораторное занятие № 3 | Определение продольных сил, напряжений и деформаций в поперечных в поперечных сечениях прямых стержней. | 1 ч. |
| СРСП | Напряженное и деформированное состояния при растяжении-сжатии прямых стержней. | 2 ч. |
| 4 неделя |  | 5 ч. |
| Лекционные занятия № 7-8 | Закон парности касательных напряжений. Механические характеристики материалов. Коэффициент запаса. Общие принципы расчета элементов конструкций и условие прочности. | 2 ч. |
| Лабораторное занятие № 4 | Определение продольных сил, напряжений и деформаций в поперечных в поперечных сечениях прямых стержней.  Статически неопределимые системы. | 1 ч. |
| СРСП | Потенциальная энергия продольной деформации. | 2 ч. |
| 5 неделя |  | 5 ч. |
| Лекционные занятия № 9-10 | Чистый сдвиг. Закон Гука. Кручение круглых стержней. Построение эпюры крутящих моментов. | 2 ч. |
| Лабораторное занятие № 5 | Построение эпюры крутящих моментов. | 1 ч. |
| СРСП | Геометрические характеристики поперечных сечений | 2 ч. |
| 6 неделя |  | 5 ч. |
| Лекционные занятия № 11-12 | Определение напряжений и перемещений при кручении круглых стержней. | 2 ч. |
| Лабораторное занятие № 6 | Определение напряжений и перемещений при кручении круглых стержней. | 1 ч. |
| СРСП | Учет действия собственного веса при продольной деформации. | 2 ч. |
| Итого по модулю № 2 |  | **20 ч.** |
| Модуль № 3 | **Изгиб балок.** |  |
| 7 неделя |  | 5 ч. |
| Лекционные занятия № 13-14 | Плоский изгиб. Определения. Построение эпюр изгибающих моментов и поперечных сил. | 2 ч. |
| Лабораторное занятие № 7 | Построение эпюр изгибающих моментов и поперечных сил. | 1 ч. |
| СРСП | Механизм образования деформации. | 2 ч. |
| 8 неделя |  | 5 ч. |
| Лекционные занятия № 15-16 | Гипотеза плоских сечений. Определение нормальных напряжений при чистом изгибе. | 2 ч. |
| Лабораторное занятие № 8 | Определение нормальных напряжений при чистом изгибе. | 1 ч. |
| СРСП | Дифференциальное уравнение изогнутой оси балки и его интегрирование. | 2 ч. |
| 9 неделя |  | 5 ч. |
| Лекционные занятия № 17-18 | Определение нормальных и касательных напряжений при поперечном изгибе. | 2 ч. |
| Лабораторное занятие № 9 | Определение нормальных и касательных напряжений при поперечном изгибе. | 1 ч. |
| СРСП | Влияние температуры и фактора времени на механические характеристики материала. | 2 ч. |
| Итого по модулю № 3 |  | **15 ч.** |
| Модуль № 4 | **Перемещения в стержневых системах при произвольном нагружении.** |  |
| 10 неделя |  | 5 ч. |
| Лекционные занятия № 19-20 | Потенциальная энергия стержня при произвольном нагружении. Приложение принципа возможных перемещений к деформируемым системам. Общие теоремы механики деформируемого твердого тела. | 2 ч. |
| Лабораторное занятие № 10 | Расчеты на прочность при изгибе балок. | 1 ч. |
| СРСП | Кручение стержня с некруглым поперечным сечением. | 2 ч. |
| 11 неделя |  | 5 ч. |
| Лекционные занятия № 21-22 | Определение перемещений в стержневых системах. Интеграл перемещений Максвелла-Мора.  Способ Верещагина. | 2 ч. |
| Лабораторное занятие № 11 | Определение перемещений в стержневых системах. Интеграл перемещений Максвелла-Мора.  Способ Верещагина. | 1 ч. |
| СРСП | Определение перемещений и деформаций с помощью теорем о взаимности работ и перемещений. | 2 ч. |
| Итого по модулю № 4 |  | **10 ч.** |
| Модуль № 5 | **Раскрытие статической неопределимости стержневых систем методом сил.** |  |
| 12 неделя |  | 5 ч. |
| Лекционные занятия № 23-24 | Связи, накладываемые на стержневую систему. Степень статической неопределимости. Выбор основной системы метода сил. | 2 ч. |
| Лабораторное занятие № 12 | Построение эпюр внутренних силовых факторов в рамах. | 1 ч. |
| СРСП | Построение эпюр внутренних силовых факторов в фермах. | 2 ч. |
| 13 неделя |  | 5 ч. |
| Лекционные занятия № 25-26 | Канонические уравнения метода сил. Примеры. Понятие о методе перемещений. | 2 ч. |
| Лабораторное занятие № 13 | Метод сил. | 1 ч. |
| СРСП | Использование свойств симметрии при раскрытии статической неопределимости | 2 ч. |
| Итого по модулю № 5 |  | **10 ч.** |
| Модуль № 6 | **Устойчивость сжатых стержней*.*** |  |
| 14 неделя |  | 5 ч. |
| Лекционные занятия № 27-28 | Понятие об устойчивости. Определение критических нагрузок. Задача Эйлера. Зависимость критической силы от условий закрепления стержня. | 2 ч. |
| Лабораторное занятие № 14 | Задача Эйлера. Определение критических нагрузок. | 1 ч. |
| СРСП | Примеры определения критических нагрузок. | 2 ч. |
| 15 неделя |  | 5 ч. |
| Лекционные занятия № 29-30 | Энергетический метод определения критических нагрузок. О пределах применимости формулы Эйлера. | 2 ч. |
| Лабораторное занятие № 15 | Метод коэффициента снижения допускаемого напряжения. | 1 ч. |
| СРСП | Продольно-поперечный изгиб. | 2 ч. |
| Итого по модулю № 6 |  | **10 ч.** |
| Итого в семестре |  | **75 ч.** |

## *График учебных занятий и рубежных контролей*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| недели | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| лекции | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |  |
| лабораторные  занятия | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |  |
| СРС |  |  |  |  |  | ИЗ |  |  |  |  |  |  |  | ИЗ |  |  |
| рубежный контроль |  |  |  |  |  | КР |  |  |  |  |  |  |  | КР |  | Э |

**Обозначение: Э-экзамен, ИЗ-индивид.задание, КР – контрольная работа**

**Темы СРС ( 30 часов )**

1. Силы внешние и внутренние. Упругость и пластичность. Хрупкость и твердость - 2 часа.

2. Виды твердых тел. Статически неопределимые системы. Испытания материалов- 2 часа.

3. Напряженное и деформированное состояния при растяжении-сжатии прямых стержней- 2 часа.

4. Потенциальная энергия продольной деформации- 2 часа.

5. Геометрические характеристики поперечных сечений- 2 часа.

6. Учет действия собственного веса при продольной деформации- 2 часа.

7. Механизм образования деформации- 2 часа.

8. Дифференциальное уравнение изогнутой оси балки и его интегрирование- 2 часа.

9. Влияние температуры и фактора времени на механические характеристики материала- 3 часа.

10. Кручение стержня с некруглым поперечным сечением- 2 часа.

11. Определение перемещений и деформаций с помощью теорем о взаимности работ и перемещений- 2 часа.

12. Построение эпюр внутренних силовых факторов в фермах- 2 часа.

13. Использование свойств симметрии при раскрытии статической неопределимости- 2 часа.

14. Примеры определения критических нагрузок- 2 часа.

15. Продольно-поперечный изгиб- 2 часа.

**Темы контрольных работ**

**КР-1.**

1.Определение продольных сил, напряжений и деформаций в поперечных в поперечных сечениях прямых стержней.

2. Определение продольных сил, напряжений и деформаций в поперечных в поперечных сечениях прямых стержней. Статически неопределимые системы.

3. Построение эпюры крутящих моментов.

4. Определение напряжений и перемещений при кручении круглых стержней.

**КР-2.**

1. Построение эпюр изгибающих моментов и поперечных сил.
2. Определение нормальных напряжений при чистом изгибе.
3. Определение нормальных и касательных напряжений при поперечном изгибе.
4. Расчеты на прочность при изгибе балок.

5. Определение перемещений в стержневых системах. Интеграл перемещений Максвелла-Мора. Способ Верещагина.

6. Метод сил.

7. Задача Эйлера. Определение критических нагрузок.

#### Список вопросов к экзамену

1. Цель курса и основные задачи.
2. Расчетная схема и основные гипотезы.
3. Перемещения и деформация.
4. Вектор напряжения.
5. Метод сечения.
6. Закон Гука и принцип независимости действия сил.
7. Напряжение при продольной деформации.
8. Перемещения и деформация при продольной деформации.
9. Механические характеристики материалов.
10. Принцип начальных размеров.
11. Построение эпюр продольных сил.
12. Коэффициент запаса и условие прочности.
13. Осевые моменты инерции поперечных сечений.
14. Статические моменты поперечных сечений.
15. Построение эпюры крутящих моментов.
16. Определение напряжений при кручении круглых стержней.
17. Определение перемещений при кручении круглых стержней.
18. Построение эпюр изгибающих моментов и поперечных сил.
19. Определение нормальных напряжений при чистом изгибе.
20. Определение нормальных и касательных напряжений при поперечном изгибе.
21. Дифференциальное уравнение изогнутой оси балки и его интегрирование.
22. Теорема Кастилиано.
23. Теорема о взаимности работ и о взаимности перемещений.
24. Интеграл перемещений Максвелла-Мора.
25. Способ Верещагина.
26. Задача Эйлера.
27. Зависимость критической силы от условий закрепления стержня.
28. Связи, накладываемые на стержневую систему. Степень статической неопределимости. Выбор основной системы метода сил.
29. Канонические уравнения метода сил.
30. Пределы применимости формулы Эйлера.

**Политика академического поведения и этики**

Будьте толерантны, уважайте чужое мнение. Возражения формулируйте в корректной форме. Плагиат и другие формы нечестной работы недопустимы. Недопустимы подсказывание и списывание во время сдачи СРС, промежуточного контроля и экзамена, копирование решенных задач другими лицами, сдача экзамена за другого студента. Студент, уличенный в фальсификации любой информации курса, получит итоговую оценку «F».

*Рассмотрено на заседании кафедры*

*протокол № \_\_ от « \_\_ » \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ г.*

**Зав.кафедрой механики, д.ф.-м.н., проф.** \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Калтаев А.

**Лектор к.ф.-м.н., доц.** \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Кунакбаев Т.