Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 16.10.2023 17:53:39
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
Московский политехнический университет

УТВЕРЖДАЮ
Декан транспортного факультета
_____ /П. Итурралде/
«28» 08 2021 г.

Рабочая программа дисциплины
Строительная механика машин

Специальность

23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства

Профиль подготовки (образовательная программа)
«Компьютерное моделирование транспортных средств»

Квалификация (степень) выпускника
инженер

Форма обучения
Очная

Москва 2021

1 Цели и задачи дисциплины

1.1 Цель дисциплины

Целью изучения дисциплины «Строительная механика машин» является:

– формирование знаний в области теории деформирования стержней, пластин, оболочек, в области методов расчета напряженно-деформированного состояния (НДС) стержней, пластин, оболочек, а также в области численных методов инженерного анализа НДС конструкций машин, представляемых стержневыми, пластинчатыми, оболочечными расчетными моделями;

- подготовка студентов к деятельности в соответствии с квалификационной характеристикой специалиста по специальности 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства» (уровень специалитета), профиль: «Компьютерное моделирование транспортных средств».

1.2 Задачи дисциплины

Задачами дисциплины «Строительная механика машин» являются:

- ознакомление студентов с теоретическими вопросами расчета стержней, пластин, оболочек (гипотезами деформирования, основными дифференциальными уравнениями, граничными условиями и решениями типовых задач).

- знакомство студентов с численными методами инженерного анализа НДС конструкций машин, представляемых стержневыми, пластинчатыми, оболочечными расчетными моделями, знакомство с методом конечных элементов.

- формирование у студентов навыков применения на практике современных численных методов для решения прикладных задач строительной механики в области машиностроения.

2 Место дисциплины в структуре основных образовательных программ

Дисциплина «Строительная механика машин» относится к дисциплинам специализации базовой части профессионального цикла основных образовательных программ (ООП) по направлению подготовки 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства» (уровень специалитета), профиль: «Компьютерное моделирование транспортных средств».

Предшествующими курсами, на которых базируется дисциплина «Строительная механика машин» являются:

- математика (линейная алгебра, математический анализ);
- физика;
- сопротивление материалов;
- прикладные методы расчетов на прочность;
- теория упругости;
- численные методы;
- детали машин и основы конструирования.

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

В результате освоения дисциплины студент должен обладать следующими профессиональными (ПК) компетенциями: (ОПК-2, ОПК-5):

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ОПК-2	Способен решать профессиональные задачи с использованием методов, способов и средств получения, хранения и переработки информации; использовать информационные и цифровые технологии в профессиональной деятельности;	**знать:** • теоретические вопросы расчета конструкций с использованием моделей стержней, пластин, оболочек. **уметь:** • самостоятельно составлять расчетные схемы конструктивных элементов машин с использованием моделей стержней, пластин, оболочек; • проводить расчеты конструктивных элементов машин с использованием моделей стержней, пластин, оболочек. **владеть:** • методами строительной механики применительно к элементам машиностроительных конструкции .
ОПК-5	Способен применять инструментарий формализации инженерных, научно-технических задач, использовать прикладное программное обеспечение при расчете, моделировании и проектировании технических объектов и технологических процессов.	**знать:** • вычислительные алгоритмы, применяемые в современном программном обеспечении для решения прикладных задач анализа напряженно деформированного состояния конструкций транспортно-технологических средств и из технологического оборудования. **уметь:** • использовать современное программное обеспечение для расчетного анализа напряженно деформированного состояния деталей и узлов транспортно-технологических средств и их

		технологического оборудования . **владеть:** • навыками использования одной из современных вычислительных программ, реализующей метод конечных элементов, для расчета напряженно деформированного состояния деталей и узлов транспортно-технологических средств и их технологического оборудования .

4 Структура и содержание дисциплины

Дисциплина читается на 3 и 4 курсах в 5 – 8 семестрах. Общая трудоемкость дисциплины составляет 13 зачетных единиц, т.е. **468** академических часа (из них 234 часа – самостоятельная работа студентов).

Вид учебной работы	**Всего часов**	**Часов в семестре**			
		5	**6**	**7**	**8**
Общая трудоемкость	468 (13 з.е.)	144 (4 з.е.)	108 (4 з.е.)	108 (2 з.е.)	108 (3 з.е.)
Аудиторные занятия (всего)	234	72	72	36	54
В том числе					
лекции	36	18	18	-	-
Практические занятия	54	18	18	18	-
Лабораторные занятия	72	36	36	18	54
Самостоятельная работа студента	234	72	72	36	54
Курсовая работа	-	-	-	-	-
Курсовой проект	К.П.	-	-	-	К.П.
Вид промежуточной аттестации		Зачет	Зачет	Зачет	Экзамен

Структура и содержание дисциплины «Строительная механика машин» по срокам и видам работы отражены в Приложении 1.

Содержание разделов дисциплины.

Тема 1. Введение.

Цели и задачи курса. Основные типы несущих конструкций мобильных машин (автомобилей и тракторов) и виды расчетных схем. Классификация задач строительной механики. Деформированное состояние системы. Напряженное состояние системы. Связь между напряжениями и деформациями. Уравнения

равновесия. Граничные условия. Постановка задач строительной механики. Оценка прочности и жесткости конструкций.

Тема 2. Расчет многопролетных балок. Изгиб балок, лежащих на упругом основании. Понятие о краевом эффекте. Численные методы расчета балок на ЭВМ.

Многопролетные статически неопределимые балки. Метод сил для решения задачи многопролетных балок. Балки на упругом основании. Вывод уравнений изгиба балки на упругом основании. Краевые условия и условия стыковки участков. Изгиб балок постоянной жесткости. Построение частных решений уравнений прогиба. Метод расчета "длинных" балок. Понятие о краевом эффекте. Расчет балок переменной жесткости на упругом основании.

Тема 3. Расчет стержневых систем методом перемещений. Метод конечных элементов применительно к стержневым и балочным системам.

Метод перемещений. Основные идеи метода перемещений на примере расчета стержневых систем, работающих на растяжение-сжатие. Матрицы жесткости и податливости. Локальные и глобальные координаты. Формулы преобразования векторов и матриц. Расчет плоских рам методом перемещений. Матрица жесткости стержня при совместном учете деформаций изгиба и растяжения. Матрица жесткости и вектор узловых сил пространственного стержневого элемента. Основные положения МКЭ в форме метода перемещений. Расчет пространственных стержневых систем методом конечных элементов на ЭВМ. Балочный конечный элемент.

Тема 4. Изгиб и кручение тонкостенных стержней. Секториальные характеристики поперечных сечений, центр изгиба.

Основные гипотезы и допущения теории тонкостенных стержней Власова-Уманского. Особенности деформации тонкостенных стержней. Свободное кручение тонкостенных стержней открытого профиля. Стесненное кручение тонкостенных стержней открытого профиля. Определение секториальных характеристик профилей. Депланации поперечного сечения. Бимомент. Определение положения центра кручения (изгиба). Определение нормальных и касательных напряжений стесненного кручения. Вывод и решение дифференциального уравнения стесненного кручения. Поперечный изгиб тонкостенных стержней.

Тема 5. Вариационные методы механики конструкций. Принцип минимума потенциальной энергии. Принцип возможных перемещений. Метод Ритца, метод Бубнова-Галеркина.

Элементы вариационного исчисления. Вариационная формулировка метода перемещений. Энергия деформации. Потенциал внешних сил. Потенциальная энергия системы. Принцип возможных перемещений. Вариационные принципы Кастилиано и Хелингера-Рейсснера. Метод Ритца. Метод Бубнова-Галеркина.

Уравнение равновесия упругого тела. Соотношения метода конечных элементов на основе вариационного подхода.

Тема 6. Осесимметричные детали. Кольца. Толстостенные цилиндры. Быстро вращающиеся неравномерно нагретые диски.

Осесимметричная деформация кольцевых деталей. Расчет колец на прочность и жесткость. Осесимметрично нагруженные толстостенные цилиндры - задача Ламе. Вывод основных соотношений. Напряжения и деформации в толстостенном цилиндре при действии внутреннего и наружного давления. Составные цилиндры. Формулы Гадолина. Температурные напряжения. Напряжения и деформации в дисках при вращении и неравномерном нагреве - постановка задачи и основные гипотезы. Вывод основных соотношений. Расчет дисков постоянной толщины в аналитической форме. Диски равного сопротивления. Посадочные напряжения в дисках, определение освобождающего и разрушающего числа оборотов. Расчет вращающихся дисков на ЭВМ с помощью конечно-элементного комплекса.

Тема 7. Общая теория изгиба пластин. Вариационные и численные методы расчета пластин. Гипотезы технической теории изгиба пластин. Вывод основных зависимостей Уравнение изгиба пластин. Граничные условия.

Расчет прямоугольных пластин постоянной толщины в двойных и одинарных тригонометрических рядах (решения Навье и Леви). Расчет круглых произвольно нагруженных пластин постоянной толщины. Представление нагрузки и прогибов в виде рядов Фурье по угловой координате Дифференциальные уравнения для амплитудных функций. Решение уравнений. Расчет круглых пластин переменной толщины методом начальных параметров на ЭВМ. Вариационная формулировка Лагранжа задачи изгиба пластин. Расчет пластин методом Ритца. Некоторые типы конечных элементов, используемых при расчете пластин методом конечных элементов. Расчет пластин на ЭВМ с помощью конечно-элементного комплекса.

Тема 8. Расчет осесимметрично нагруженных пластин и оболочек. Круглые и кольцевые пластины. Безмоментная теория оболочек вращения. Осесимметрично нагруженные цилиндрические оболочки. Осесимметричный изгиб круглых и кольцевых пластин. Основные гипотезы и допущения. Вывод основных соотношений. Интегрирование дифференциального уравнения изгиба пластин. Граничные условия и условия стыковки. Расчет на прочность и жёсткость. Круглые пластины ступенчатой толщины, подкрепленные кольцевыми ребрами. Расчет оболочек вращения по безмоментной теории. Основные гипотезы и допущения. Геометрия срединной поверхности. Условия существования безмоментного состояния. Вывод разрешающих уравнений. Расчет безмоментных оболочек нагруженных равномерным и гидростатическим давлением. Моментная теория осесимметричных цилиндрических оболочек. Вывод основных уравнений.

Интегрирование дифференциальных уравнений. Граничные условия. Особенности расчета "длинных" цилиндрических оболочек. Краевой эффект.

Тема 9. Сведения из геометрии пространственной кривой. Сведения из геометрии поверхности.

Геометрия пространственной кривой. Естественный трехгранник Френе. Касательная, нормаль и бинормаль. Кривизна и крутка. Геометрия поверхности. Криволинейные координаты. Первая квадратичная форма поверхности. Параметры Ламе. Кривизны нормального и наклонного сечений. Вторая квадратичная форма поверхности. Теорема Менье. Линии кривизны. Главные кривизны поверхности. Средняя и гауссова кривизна поверхности. Деривационные формулы Вейнгартена. Векторы вращения триедра поверхности при движении вдоль координатных линий Тождества Кодацци-Гаусса.

Тема 10. Основы общей теории оболочек.

Гипотезы Кирхгоффа-Лява. Деформации и изменения кривизны срединной поверхности оболочки. Варианты конечных и малых деформаций, малых перемещений. Условия совместности деформаций. Деформации эквидистантной поверхности. Напряженное состояние оболочки. Внутренние силы и моменты. Уравнения равновесия элемента оболочки. Соотношения упругости в теории оболочек. Энергия упругой деформации оболочки. Функционал Лагранжа. Понятие о вариационном выводе уравнений равновесия. Граничные условия в общей теории оболочек. Статико-геометрическая аналогия. Анализ структуры уравнений теории тонких оболочек. Возможности построения приближенных теорий. Частные случаи общей теории оболочек. Теории расчета многослойных пластин и оболочек. Учет деформаций поперечного сдвига. Расчет трехслойных пластин.

Понятие о расчетах оболочек в геометрически нелинейной постановке.

Тема 11. Статика плоских и пространственных криволинейных стержней. Естественно закрученные стержни. Плоские криволинейные стержни. Естественно закрученные стержни. Основные гипотезы и допущения. Уравнения равновесия плоских и пространственных криволинейных стержней. Методы решения линейных уравнений равновесия стержней. Прикладные задачи механики стержней. Определение НДС цилиндрических пружин при произвольных нагрузках. Понятие о нелинейных задачах статики криволинейных стержней и методах их решения.

5 Образовательные технологии

Методика преподавания дисциплины «Строительная механика машин» и реализация компетентностного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование следующих активных форм проведения групповых, индивидуальных, аудиторных занятий в сочетании с внеаудиторной

работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся:

– подготовка к выполнению лабораторных работ в лабораториях вуза;

– защита и индивидуальное обсуждение выполняемых этапов курсового проекта;

– подготовка, представление и обсуждение презентаций на семинарских занятиях;

– организация и проведение текущего контроля знаний студентов в форме бланкового тестирования;

– проведение мастер-классов экспертов и специалистов в области численных методов и прикладной механики.

6 Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

В процессе обучения используются следующие оценочные формы самостоятельной работы студентов, оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций:

- подготовка к выполнению лабораторных работ и их защита.
- выполнение курсового проекта (по индивидуальному заданию для каждого обучающегося);

Курсовой проект представляет собой работу, посвященную разработке ряда вопросов метрологической подготовки машиностроительного производства в объеме, предусматривающем реализацию теоретических и практических навыков, обучающихся по направлению.

Примерная тема курсового проекта, выполняемого обучающимися в 8 семестре - «Моделирование напряженно-деформированного и теплового состояний поршня двигателя внутреннего сгорания».

Оценочные средства текущего контроля успеваемости включают контрольные вопросы и задания в форме бланкового и (или) компьютерного тестирования, для контроля освоения обучающимися разделов дисциплины, защита курсового проекта.

Образцы тестовых заданий, заданий курсовых проектов, контрольных вопросов и заданий для проведения текущего контроля, экзаменационных билетов, приведены в приложении 2.

6.1 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю).

6.1.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

В результате освоения дисциплины (модуля) формируются следующие компетенции (ОПК-2, ОПК-5):

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать
ОПК-2	Способен решать профессиональные задачи с использованием методов, способов и средств получения, хранения и переработки информации; использовать информационные и цифровые технологии в профессиональной деятельности;
ОПК-5	Способен применять инструментарий формализации инженерных, научно-технических задач, использовать прикладное программное обеспечение при расчете, моделировании и проектировании технических объектов и технологических процессов.

В процессе освоения образовательной программы данные компетенции, в том числе их отдельные компоненты, формируются поэтапно в ходе освоения обучающимися дисциплин (модулей), практик в соответствии с учебным планом и календарным графиком учебного процесса.

6.1.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых по итогам освоения дисциплины (модуля), описание шкал оценивания.

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю).

ОПК-2 Способен решать профессиональные задачи с использованием методов, способов и средств получения, хранения и переработки информации; использовать информационные и цифровые технологии в профессиональной деятельности;				
Показатель	**Критерии оценивания**			
	2	**3**	**4**	**5**
знать: теоретические вопросы расчета конструкций с использованием моделей стержней, пластин, оболочек.	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие теоретические вопросы расчета конструкций с использованием моделей стержней, пластин, оболочек.	Обучающийся демонстрирует неполные теоретические вопросы расчета конструкций с использованием моделей стержней, пластин, оболочек. Допускаются	Обучающийся демонстрирует частичные теоретические вопросы расчета конструкций с использованием моделей стержней, пластин, оболочек, но допускаются незначительные	Обучающийся демонстрирует полные теоретические вопросы расчета конструкций с использование м моделей стержней,

		значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.	ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.	пластин, оболочек, свободно оперирует приобре-тенными знаниями.
уметь: составлять расчетные схемы конструктивных элементов машин с использованием моделей стержней, пластин, оболочек; проводить расчеты конструктивных элементов машин с использованием моделей стержней, пластин, оболочек.	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет: составлять расчетные схемы конструктивных элементов машин с использованием моделей стержней, пластин, оболочек; проводить расчеты конструктивных элементов машин с использованием моделей стержней, пластин, оболочек.	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: составлять расчетные схемы конструктивных элементов машин с использованием моделей стержней, пластин, оболочек; проводить расчеты конструктивных элементов машин с использованием моделей стержней, пластин, оболочек. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками по ряду показателей, Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: составлять расчетные схемы конструктивных элементов машин с использованием моделей стержней, пластин, оболочек; проводить расчеты конструктивных элементов машин с использованием моделей стержней, пластин, оболочек. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: составлять расчетные схемы конструктивных элементов машин с использование м моделей стержней, пластин, оболочек; проводить расчеты конструктивных элементов машин с использование м моделей стержней, пластин, оболочек. Свободно оперирует приобретенны ми умениями, применяет их в ситуациях повышенной

				сложности.
владеть: методами строительной механики применительно к элементам машиностроительных конструкции.	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет методами строительной механики применительно к элементам машиностроительных конструкции.	Обучающийся не в полной мере владеет методами строительной механики применительно к элементам машиностроительных конструкции. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками по ряду показателей, Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.	Обучающийся частично владеет методами строительной механики применительно к элементам машиностроительных конструкции. Навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Обучающийся в полном объеме владеет методами строительной механики применительно к элементам машиностроительных конструкции. Свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.

ОПК-5 – Способен применять инструментарий формализации инженерных, научно-технических задач, использовать прикладное программное обеспечение при расчете, моделировании и проектировании технических объектов и технологических процессов..				
Показатель	**Критерии оценивания**			
	2	**3**	**4**	**5**
знать: вычислительные алгоритмы, применяемые в современном программном обеспечении для решения прикладных	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие знаний вычислительных алгоритмов, применяемых в современном программном обеспечении	Обучающийся демонстрирует неполные знания вычислительных алгоритмов, применяемых в современном программном обеспечении для	Обучающийся демонстрирует частичные знания в области вычислительных алгоритмов, применяемых в современном программном	Обучающийся демонстрирует полные знания в области вычислительных алгоритмов, применяемых в современном программном

задач анализа напряженно деформированного состояния конструкций транспортно-технологических средств и их технологическо-го оборудования.	для решения прикладных задач анализа напряженно деформированного состояния конструкций транспортно-технологических средств и их технологического оборудования.	решения прикладных задач анализа напряженно деформированного состояния конструкций транспортно-технологических средств и их технологического оборудования. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.	обеспечении для решения прикладных задач анализа напряженно деформированного состояния конструкций транспортно-технологических средств и их технологического оборудования, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.	обеспечении для решения прикладных задач анализа напряженно деформированного состояния конструкций транспортно-технологических средств и их технологическ ого оборудования, свободно оперирует приобре-тенными знаниями.
уметь: использовать современное программное обеспечение для расчетного анализа напряженно деформированного состояния деталей и узлов транспортно-технологических средств и их технологическог о оборудования.	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет: использовать современное программное обеспечение для расчетного анализа напряженно деформированного состояния деталей и узлов транспортно-технологических средств и их технологического оборудования.	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: использовать современное программное обеспечение для расчетного анализа напряженно деформированного состояния деталей и узлов транспортно-технологических средств и их технологического оборудования. Допускаются значительные ошибки,	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: использовать современное программное обеспечение для расчетного анализа напряженно деформированного состояния деталей и узлов транспортно-технологических средств и их технологического оборудования. Умения освоены, но допускаются незначительные	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: использовать современное программное обеспечение для расчетного анализа напряженно деформированного состояния деталей и узлов транспортно-технологическ их средств и их технологическ

		проявляется недостаточность владения навыками по ряду показателей, Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.	ошибки, неточности, затруднения при переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	ого оборудования. Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
владеть: навыками использования одной из современных вычислительных программ, реализующей метод конечных элементов, для расчета напряженно деформированного состояния деталей и узлов транспортно-технологических средств и их технологического оборудования.	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет навыками использования одной из современных вычислительных программ, реализующей метод конечных элементов, для расчета напряженно деформированного состояния деталей и узлов транспортно-технологических средств и их технологического оборудования.	Обучающийся не в полной мере владеет навыками использования одной из современных вычислительных программ, реализующей метод конечных элементов, для расчета напряженно деформированного состояния деталей и узлов транспортно-технологических средств и их технологического оборудования. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками по ряду показателей, Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.	Обучающийся частично владеет навыками использования одной из современных вычислительных программ, реализующей метод конечных элементов, для расчета напряженно деформированного состояния деталей и узлов транспортно-технологических средств и их технологического оборудования. Навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Обучающийся в полном объеме владеет навыками использования одной из современных вычислительных программ, реализующей метод конечных элементов, для расчета напряженно деформированного состояния деталей и узлов транспортно-технологических средств и их технологического оборудования. Свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.

Шкалы оценивания результатов промежуточной аттестации и их описание:

Форма промежуточной аттестации: зачет (семестр 5, 6, 7), экзамен (семестр 8).

Промежуточная аттестация обучающихся в форме зачета проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю) в семестрах 5, 6, 7, при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине «Строительная механика машин» в семестрах 5, 6, 7 выставляется оценка «зачтено» или «не зачтено».

К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой в семестрах 5, 6, 7 по дисциплине прошли промежуточный контроль.

Шкала оценивания	**Описание**
Зачтено	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации или обучающийся демонстрирует частичное соответствие знаний, умений, навыков по предмету. Навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при переносе умений на новые, нестандартные ситуации или обучающийся демонстрирует значительные ошибки, проявляет недостаточность знаний, умений и владения навыками по

	нескольким темам предмета. Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении умений и навыков в новых ситуациях.
Не зачтено	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

Промежуточная аттестация обучающихся в форме экзамена в семестре 8 проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».,

К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Строительная механика машин» в семестре 8: прошли промежуточный контроль, выполнили лабораторные работы, выполнили курсовой проект.

Шкала оценивания	**Описание**
Отлично	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

Хорошо	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Обучающийся демонстрирует частичное соответствие знаний, умений, навыков по предмету. Навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при переносе умений на новые, нестандартные ситуации.
Удовлетворительно	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Обучающийся демонстрирует значительные ошибки, проявляет недостаточность знаний, умений и владения навыками по нескольким темам предмета. Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении умений и навыков в новых ситуациях.
Неудовлетворительно	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

Фонды оценочных средств представлены в приложении 2 к рабочей программе.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

а) основная литература:

1. Строительная механика машин. Поперечный изгиб пластин : учебное пособие / Т. Б. Гоцелюк, К. А. Матвеев, А. Н. Пель, Н. В. Пустовой. — Новосибирск : НГТУ, 2018. — 91 с. — ISBN 978-5-7782-3496-3.
URL: https://e.lanbook.com/book/118126

2. Савельев, Л. М. Строительная механика стержневых систем : учебное пособие / Л. М. Савельев. — Самара : Самарский университет, 2020. — 87 с. — ISBN 978-5-7883-1547-8.
URL: https://e.lanbook.com/book/189022

б) дополнительная литература:

1. Кривошапко, С. Н. Сопротивление материалов. Практикум : учебное пособие для вузов / С. Н. Кривошапко, В. А. Копнов. — 4-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 353 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-7117-0
https://urait.ru/bcode/450811

в) программное обеспечение и интернет-ресурсы:

Программное обеспечение:

- универсальная программа метода конечных элементов, применяемая на предприятиях машиностроения;
- универсальная программа 3-D проектирования, применяемая на предприятиях машиностроения;
- офисное программное обеспечение.

Интернет-ресурсы не предусмотрены.

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины.

- Компьютерный класс Н-212: столы, стулья, маркерная доска, компьютеры с прикладным тематическим программным обеспечением, подвесной проектор с интерактивной доской, Рабочее место преподавателя: стол, стул, компьютер.
- Аудитория для лекционных и практических занятий: столы учебные со скамьями, аудиторная доска, настенный проекционный экран. Рабочее место преподавателя: стол, стул.

9. Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов

Задачами самостоятельной работы студентов являются:

1. Систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
2. Углубление и расширение теоретической подготовки;
3. Формирование умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
4. Развитие познавательных способностей и активности студентов, творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
5. Использование материала, собранного и полученного в ходе самостоятельных занятий на практических занятиях, при написании курсовых и выпускной квалификационной работ, для эффективной подготовки к итоговым зачетам и экзаменам.

Изучение дисциплины должно сопровождаться интенсивной самостоятельной работой студентов с рекомендованными преподавателями

литературными источниками и с материалами, полученными на лекционных, практических занятиях и лабораторных работах. Студент должен помнить, что начинать самостоятельные занятия следует с первого дня изучения дисциплины и проводить их регулярно. Очень важно приложить максимум усилий, воли, чтобы заставить себя работать с полной нагрузкой с первого дня.

Каждый студент должен сам планировать свою самостоятельную работу, исходя из своих возможностей и приоритетов. Это стимулирует выполнение работы, создает более спокойную обстановку, что в итоге положительно сказывается на усвоении материала.

На основе изучения рекомендованной литературы целесообразно составить конспект основных терминов, положений и определений, требующих запоминания и необходимых для освоения разделов дисциплины. Для плодотворной работы немаловажное значение имеет обстановка, организация рабочего места. Нужно добиться, чтобы место работы по возможности было постоянным. Работа на привычном месте делает ее более плодотворной. Продуктивность работы зависит от правильного чередования труда и отдыха. Поэтому каждые час или два следует делать, перерыв на 10-15 минут. Выходные дни лучше посвятить активному отдыху, занятиям спортом, прогулками на свежем воздухе и т.д. Даже переключение с одного вида умственной работы на другой может служить активным отдыхом.

Особое место уделяется консультированию, как одной из форм обучения и контроля самостоятельной работы. Консультирование предполагает особым образом организованное взаимодействие между преподавателем-консультантом и студентами, направленное на разрешение проблем и внесение позитивных изменений в деятельность студентов.

9.1 Методические указания по выполнению и оформлению курсовых проектов по дисциплине «Строительная механика машин»

9.1.1 Требования к оформлению курсового проекта

- Курсовой проект должен быть оформлен в виде на листах формата А4 со следующими полями:
  - Левое - 25 мм.
  - Верхнее - 15 мм.
  - Правое - 15 мм.
  - Нижнее - 15 мм.
- Курсовой проект должен иметь титульный лист. Пример оформления титульного листа показан в приложении.
- Курсовой проект должен содержать следующие разделы:
  - Содержание.
  - Введение.
  - Основная часть.
  - Заключение.
  - Список использованной литературы.

- Приложения (не являются обязательной частью отчета).

- Страницы отчета должны быть пронумерованы. Нумерация начинается со второй страницы. На титульном листе номер странице не проставляется.
- В основной части находятся все пронумерованные главы, параграфы и подпараграфы.

Нумерация параграфов и подпараграфов производятся следующим образом:

- Первая цифра обозначает номер главы.
- Вторая цифра - порядковый номер параграфа.
- Третья цифра - порядковый номер подпараграфа.

Например, параграф 2 и подпараграф 5 параграфа 2 главы 3:

- **III Описание расчетной схемы**
- **3.2 Граничные условия**
- **3.2.5 Граничные условия по перемещениям**

Нумерация рисунков производится следующим образом:

- Первая цифра обозначает номер главы.
- Вторая цифра - порядковый номер рисунка в главе.

Например, рисунок в главе 3, имеющий порядковый номер 11:

- Рис. 3.11. Диалоговое окно ввода исходных данных

Точка в конце названия главы, параграфа, подпараграфа и рисунка не ставится.

Название главы пишется заглавными полужирными буквами. Названия параграфов и подпараграфов пишутся строчными полужирными буквами, за исключением первой буквы, заглавной. Подпараграфы могут быть выделены курсивом.

- Нумерация использованной литературы производится либо в алфавитном порядке, либо по мере ссылок на нее в тексте курсовой работы.

Примеры оформления литературы.

Книги:

- Бидерман В.Л. – Теория механических колебаний. – М.: Высш. школа, 1980. – 408 с.
- Bathe K.J. – Finite Element Procedures. Prentice Hall, 1996. - 1037 p.

Журналы:

- Борисов Ю.С., Благовещенский Ю.Н., Дмитриченко С.С., Панкратов Н.М. Анализ применимости уравнений и исследование формы кривой усталости // Заводская лаборатория. Диагностика материалов, №10, 2000. С. 41-52.
- Bator J.L., Bathe K.J., Ho L.W. A study of three-node triangular plate bending elements // Int. J. Numer. Meth. Engng, v.15, 1980. P. 1771 – 1812.

9.1.2 Требования к содержанию разделов курсового проекта

1. В **содержании** должны быть представлены названия всех глав, параграфов и подпараграфов с указанием номеров начальных страниц.

2. Во **введении** обосновывается актуальность и ставится цель работы, перечисляются решаемые задачи и дается краткое содержание всех глав. Для курсового проекта, содержащего конкретные задачи, дается постановка задач.
   Теоретическая работа может носить описательный или методический характер.

3. В **основной части** подробно описывается последовательность решения задачи.
   Примерный план основной части

   - Постановка задачи. Сведения об объекте исследования и области машиностроения.
   - Теоретические основы решения задачи, используемые алгоритмы.
   - Описание программного обеспечения
   - Исходные данные, описание расчетной схемы.
   - Характеристики модели МКЭ. Количество элементов, узлов, степеней свободы.
   - Описание типов конечных элементов.
   - Информация об условиях закрепления и нагружения.
   - Последовательность формирования модели средствами программы МКЭ, особенности подготовки модели.
   - Информация о процессе решения задачи.
   - Сведения о компьютере, характеристиках программы МКЭ (название, версия, возможности), необходимых вычислительных ресурсах, времени решения.
   - Анализ результатов расчетов.

4. В **заключении** дается краткая оценка и основные выводы выполненной работы.

5. В **приложение** выносится информационный материал, не требующий детального рассмотрения в основной части (например, таблицы, графики, рисунки, листинги программ и т.п.)

9.1.3 Требования к выполнению курсового проекта

1. Курсовой проект должен быть оформлен согласно требованиям, указанным выше.
2. Содержание курсового проекта должно соответствовать перечисленным выше требованиям.
3. Курсовой проект должен быть сдан за две недели до окончания семестра.

10 Методические рекомендации для преподавателя

Взаимодействие преподавателя со студентами можно разделить на несколько составляющих – лекционные, практические и лабораторные

занятия и консультирование. Преподаватель должен последовательно вычитать студентам ряд лекций, в ходе которых следует сосредоточить внимание на ключевых моментах конкретного теоретического материала, а также организовать проведение практических занятий таким образом, чтобы активизировать мышление студентов, стимулировать самостоятельное извлечение ими необходимой информации из различных источников, сравнительный анализ методов решений, сопоставление полученных результатов, формулировку и аргументацию собственных взглядов на многие спорные проблемы.

Перед началом преподавания преподавателю необходимо:

- изучить рабочую программу, цели и задачи дисциплины;
- четко представлять себе, какие знания, умения и навыки должен приобрести студент;
- познакомится с видами учебной работы;
- изучить содержание разделов дисциплины.

В ходе лекционного занятия преподаватель должен назвать тему, учебные вопросы, ознакомить студентов с перечнем основной и дополнительной литературы по теме занятия.

Во вступительной части лекции обосновать место и роль изучаемой темы в учебной дисциплине, раскрыть ее практическое значение. Если читается не первая лекция, то необходимо увязать ее тему с предыдущей, не нарушая логики изложения учебного материала. Лекцию следует начинать, только чётко обозначив её характер, тему и круг тех вопросов, которые в её ходе будут рассмотрены.

В основной части лекции следует раскрывать содержание учебных вопросов, акцентировать внимание студентов на основных категориях, явлениях и процессах, особенностях их протекания. Раскрывать сущность и содержание различных точек зрения и научных подходов к объяснению тех или иных явлений и процессов. Следует аргументировано обосновать собственную позицию по спорным теоретическим вопросам. Приводить примеры. Задавать по ходу изложения лекционного материала риторические вопросы и самому давать на них ответ. Это способствует активизации мыслительной деятельности студентов, повышению их внимания и интереса к материалу лекции, ее содержанию. Преподаватель должен руководить работой студентов по конспектированию лекционного материала, подчеркивать необходимость отражения в конспектах основных положений изучаемой темы, особо выделяя категорийный аппарат.

В заключительной части лекции необходимо сформулировать общие выводы по теме, раскрывающие содержание всех вопросов, поставленных в лекции. Объявить план очередного семинарского или лабораторного занятия, дать краткие рекомендации по подготовке студентов к семинару или лабораторной работе. Определить место и время консультации студентам, пожелавшим выступить на семинаре с докладами и рефератами по актуальным вопросам обсуждаемой темы.

Цель практических и лабораторных занятий - обеспечить контроль усвоения учебного материала студентами, расширение и углубление знаний, полученных ими на лекциях и в ходе самостоятельной работы. Повышение эффективности практических занятий достигается посредством создания творческой обстановки, располагающей студентов к высказыванию собственных взглядов и суждений по обсуждаемым вопросам, желанию у студентов поработать у доски при решении задач.

После каждого лекционного, лабораторного и практического занятия сделать соответствующую запись в журналах учета посещаемости занятий студентами, выяснить у старост учебных групп причины отсутствия студентов на занятиях. Проводить групповые и индивидуальные консультации студентов по вопросам, возникающим у студентов в ходе их подготовки к текущей и промежуточной аттестации по учебной дисциплине, рекомендовать в помощь учебные и другие материалы, а также справочную литературу.

Экзамен или зачет по дисциплине проводится в форме письменного экзамена с последующей индивидуальной беседой со студентом на основе вопросов, сформулированных в зачетных или экзаменационных билетах. В билет вносится два теоретических и один практический вопрос из различных разделов дисциплины для более полной проверки знаний студентов. Оценка выставляется преподавателем и объявляется после ответа. Преподаватель принимающий зачет или экзамен лично несет ответственность за правильность выставления оценки.

Приложение 1.

Структура и содержание дисциплины «Строительная механика машин» по специальности 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства» (уровень специалитета), профиль: «Компьютерное моделирование транспортных средств»

n/n	Раздел	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость в часах					Виды самостоятельной работы студентов					Формы аттестации	
				Л	П/С	Лаб	СРС	КСР	К.Р.	К.П.	РГР	Реферат	К/р	Э	З
	Пятый семестр														
1.1	Тема 1. Введение	5	1-2	2	2		4								
1.2	Лабораторная работа (Знакомство с универсальной программой метода конечных элементов)	5	1-2			4	2								
1.3	Многопролетные статически неопределимые балки. Метод сил для решения задачи многопролетных балок (Тема 2)	5	3-4	2	2		4								
1.4	Лабораторные работы (Тема 2)	5	3-4			4	2								
1.5	Изгиб балок, лежащих на упругом основании. Понятие о краевом эффекте. Численные методы расчета балок на ЭВМ (Тема 2)	5	5-6	2	2		4								
1.6	Лабораторные работы (Тема 2)	5	5-6			4	2								
1.7	Расчет стержневых систем методом перемещений. Метод конечных элементов применительно к стержневым системам (Тема 3).	5	7-8	2	2		4								

1.8	Лабораторные работы (Тема 3)	5	7-8			4	2								
1.9	Балочный конечный элемент	5	9-10	2	2		4								
1.10	Лабораторные работы (Тема 3)	5	9-10			4	2								
1.11	Секториальные характеристики поперечных сечений тонкостенных стержней.	5	11-12	2	2		4								
1.12	Лабораторные работы (Тема 4).	5	11-12			4	2								
1.13	Поперечный изгиб тонкостенных стержней.	5	13-14	2	2		4								
1.14	Лабораторные работы (Тема 4).	5	13-14			4	2								
1.15	Свободное кручение тонкостенных стержней открытого профиля. Депланации поперечного сечения.	5	15-16	2	2		4								
1.16	Лабораторные работы (Тема 4).	5	15-16			4	2								
1.17	Стесненное кручение тонкостенных стержней открытого профиля. Определение нормальных и касательных напряжений стесненного кручения. Вывод и решение дифференциального уравнения стесненного кручения. Бимомент.	5	17-18	2	2		4								
1.18	Лабораторные работы (Тема 4).	5	17-18			4	2								
	Форма аттестации														3
	Всего часов по дисциплине в пятом семестре			**18**	**18**	**36**	**72**								
	Шестой семестр														
2.1	Вариационные методы механики конструкций. Принцип минимума потенциальной энергии (Тема 5).	6	1-2	2	2	4	8								
2.2	Вариационные методы механики конструкций. Принцип возможных	6	3-4	2	2	4	8								

	перемещений. Метод Ритца, метод Бубнова-Галеркина. (Тема 5)														
2.3	Осесимметричные детали. Толстостенные цилиндры (Тема 6).	6	5-6	2	2	4	8								
2.4	Осесимметричные детали. Толстостенные составные цилиндры (Тема 6).	6	7-8	2	2	4	8								
2.5	Осесимметричные детали. Быстро вращающиеся диски (Тема 6).	6	9-10	2	2	4	8								
2.6	Общая теория изгиба пластин. Гипотезы технической теории изгиба пластин. Вывод основных зависимостей Уравнение изгиба пластин. Граничные условия (Тема 7).	6	11-12	2	2	4	8								
2.7	Конечные элементы тонких пластин (Тема 7).	6	13-14	2	2	4	8								
2.8	Расчет осесимметрично нагруженных пластин и оболочек. Круглые и кольцевые пластины. (Тема 8).	6	15-16	2	2	4	8								
2.9	Безмоментная теория оболочек вращения (Тема 8)	6	17	2	2	4	8								
	Форма аттестации														3
	Всего часов по дисциплине в шестом семестре			**18**	**18**	**36**	**72**								
	Седьмой семестр														
3.1	Сведения из геометрии пространственной кривой.	7	1-2		2		2								

	Естественный трехгранник Френе. Касательная, нормаль и бинормаль. Кривизна и крутка. Геометрия поверхности. Криволинейные координаты. Первая квадратичная форма поверхности. Параметры Ламе. (Тема 9).														
3.2	Лабораторные работы (Тема 9).	7	1-2			2	2								
3.3	Сведения из геометрии поверхности. Кривизны нормального и наклонного сечений. Вторая квадратичная форма поверхности. Теорема Менье. Линии кривизны. Главные кривизны поверхности (Тема 9).	7	3-4		2		2								
3.4	Лабораторные работы (Тема 9).	7	3-4			2	2								
3.5	Сведения из геометрии поверхности. Деривационные формулы Вейнгартена. Векторы вращения триедра поверхности при движении вдоль координатных линий Тождества Кодацци-Гаусса (Тема 9).	7	5-6		2		2								
3.6	Лабораторные работы (Тема 9).	7	5-6			2	2								
3.7	Основы общей теории оболочек. Гипотезы Кирхгоффа-Лява. Деформации и изменения кривизны срединной поверхности оболочки. Варианты конечных и малых деформаций, малых перемещений. Условия совместности деформаций (Тема 10).	7	7-8		2		2								
3.8	Лабораторные работы (Тема 10).	7	7-8			2	2								

3.9	Деформации эквидистантной поверхности. (Тема 10)	7	9-10		2		2								
3.10	Лабораторные работы (Тема 10).	7	9-10			2	2								
3.11	Напряжения в нормальных сечениях оболочки. Внутренние силы и моменты. Уравнения равновесия элемента оболочки. Соотношения упругости. Энергия упругой деформации оболочки. (Тема 10)	7	11-12		2		2								
3.12	Лабораторные работы (Тема 10).	7	11-12			2	2								
3.13	Возможности построения приближенных теорий. Частные случаи общей теории оболочек. (Тема 10)	7	13-14		2		2								
3.14	Лабораторные работы (Тема 10).	7	13-14			2	2								
3.15	Особенности расчета многослойных пластин и оболочек. (Тема 10).	7	15-16		2		2								
3.16	Лабораторные работы (Тема 10).	7	15-16			2	2								
3.17	Расчет трехслойных пластин. Понятие о расчетах оболочек в геометрически нелинейной постановке. (Тема 10).	7	17-18		2		2								
3.18	Лабораторные работы (Тема 10).	7	17-18			2	2								
	Форма аттестации														З
	Всего часов по дисциплине в седьмом семестре				**18**	**18**	**36**								
	Восьмой семестр														
4.1	Статика плоских и пространственных криволинейных стержней Допущения механики	8	1-4												

	гибких стержней. Векторные уравнения равновесия гибких стержней (Тема 11).														
4.2	Лабораторные работы (Тема 11).	8	1-4			12	12								
4.3	Варианты действия внешней нагрузки при деформировании стержня. Уравнения равновесия в связанной и декартовой системах координат. (Тема 11).	8	5-8												
4.4	Лабораторные работы (Тема 11).	8	5-8			12	12								
4.5	Методы решения линейных уравнений равновесия стержней. (Тема 11).	8	9-12												
4.6	Лабораторные работы (Тема 11).	8	9-12			12	12								
4.7	Плоские криволинейные стержни. (Тема 11)	8	13-16												
4.8	Лабораторные работы (Тема 11).	8	13-16			12	12								
4.9	Пространственные криволинейные стержни. Определение НДС цилиндрических пружин при произвольных нагрузках. (Тема 11)	8	17-18												
4.10	Лабораторные работы (Тема 11).	8	17-18			6	6								
	Форма аттестации									+				Э	
	Всего часов по дисциплине в восьмом семестре			**-**		**54**	**54**								
	Всего часов по дисциплине во всех семестрах			**36**	**54**	**144**	**234**								

Приложение 2 к
рабочей программе

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯРОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Специальность
23.05.01. Наземные транспортно-технологические средства
Профиль:
Компьютерное моделирование транспортных средств
Форма обучения: очная

Кафедра: ***Динамика, прочность машин и сопротивление материалов***

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

ПО ДИСЦИПЛИНЕ
«Строительная механика машин»

Состав: 1. Паспорт фонда оценочных средств

2. Описание оценочных средств:

Составитель:

Русанов О.А.

Москва, 2021год

Таблица 1

ПОКАЗАТЕЛЬ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

Строительная механика машин					
ФГОС ВО 3					
В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие **общепрофессиональные и профессиональные компетенции**:					
КОМПЕТЕНЦИИ		**Перечень компонентов**	**Технология формирования компетенций**	**Форма оценочного средства**	**Степени уровней освоения компетенций**
ИН-ДЕКС	**ФОРМУЛИРОВ-КА**				

ОПК-2	Способен решать профессиональные задачи с использованием методов, способов и средств получения, хранения и переработки информации; использовать информационные и цифровые технологии в профессиональной деятельности	**знать:** теоретические вопросы расчета конструкций с использованием моделей стержней, пластин, оболочек. **уметь:** самостоятельно составлять расчетные схемы конструктивных элементов машин с использованием моделей стержней, пластин, оболочек; проводить расчеты конструктивных элементов машин с использованием моделей стержней, пластин, оболочек. **владеть:** методами строительной механики применительно к элементам машиностроительных конструкции ..	Самостоя-тельная работа, лекции, практичес-кие занятия, лаборатор-ные работы	УО, П	**Базовый уровень:** - способен *представлять отдельные конструктивные элементы машин (в частности - рам, кузовов, деталей двигателей) в виде расчетных моделей для прикладных программ метода конечных элементов*. Воспроизводство полученных знаний в ходе текущего контроля. **Повышенный уровень:** - способен *самостоятельно представлять отдельные конструктивные элементы машин (в частности - рам, кузовов, деталей двигателей) в виде расчетных моделей для прикладных программ метода конечных элементов;* - способен *самостоятельно использовать современное программное обеспечение для анализа напряженно деформированного состояния и прочности деталей и узлов машин.* практическое применение полученных знаний в процессе подготовки к семинарам, к выступлению с докладом

ОПК-5	Способен применять инструментарий формализации инженерных, научно-технических задач, использовать прикладное программное обеспечение при расчете, моделировании и проектировании технических объектов и технологических процессов.	**знать:** вычислительные алгоритмы, применяемые в современном программном обеспечении для решения прикладных задач анализа напряженно деформированного состояния конструкций транспортно-технологических средств и их технологического оборудования . **уметь:** использовать современное программное обеспечение для расчетного анализа напряженно деформированного состояния деталей и узлов транспортно-технологических средств и их технологического оборудования . **владеть:** навыками использования одной из современных вычислительных программ, реализующей метод конечных элементов, для расчета напряженно деформированного состояния деталей и узлов транспортно-технологических средств и их технологического оборудования .	Самостоя-тельная работа, лекции, практичес-кие занятия, лабораторные работы	УО,П	**Базовый уровень:** - способен *представлять отдельные конструктивные элементы машин (в частности - рам, кузовов, деталей двигателей) в виде расчетных моделей для прикладных программ метода конечных элементов.* Воспроизводство полученных знаний в ходе текущего контроля. **Повышенный уровень:** - способен *самостоятельно представлять отдельные конструктивные элементы машин (в частности - рам, кузовов, деталей двигателей) в виде расчетных моделей для прикладных программ метода конечных элементов;* - способен *самостоятельно использовать современное программное обеспечение для анализа напряженно деформированного состояния и прочности деталей и узлов машин.* практическое применение полученных знаний в процессе подготовки к семинарам, к выступлению с докладом

Приложение 3
к рабочей программе

Перечень оценочных средств по дисциплине
«Строительная механика машин»

№ ОС	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
6	Проект (П)	Конечный продукт, получаемый в результате планирования и выполнения комплекса учебных и исследовательских заданий. Позволяет оценить умения обучающихся самостоятельно конструировать свои знания в процессе решения практических задач и проблем, ориентироваться в информационном пространстве и уровень сформированности аналитических, исследовательских навыков, навыков практического и творческого мышления. Может выполняться в индивидуальном порядке или группой обучающихся.	Темы групповых и/или индивидуальных проектов
12	Устный опрос собеседование, (УО)	Средство контроля, организованное как специальная беседа педагогического работника с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.	Вопросы по темам/разделам дисциплины

Факультет ТРАНСПОРТНЫЙ, кафедра «Динамика, прочность машин и сопротивление материалов»
Дисциплина - **Строительная механика машин**
Специальность 23.05.01. Наземные транспортно-технологические средства (уровень специалитета)

Вопросы для контроля знаний по дисциплине «Строительная механика машин»

1. Особенности задач обеспечения прочности конструкции автомобилей и тракторов.
2. Деформированное состояние тела. Выражение компонент деформаций через производные от перемещений
3. Плоское напряженное и плоское деформированное состояния.
4. Соотношения упругости изотропного материала при плоском напряженном состоянии. Модуль упругости. Коэффициент Пуассона. Модуль сдвига.
5. Соотношения упругости для плоского деформированного состояния.
6. Многопролетные многоопорные статически неопределимые балки.
7. Уравнение трех моментов для многопролетных многоопорных балок.
8. Вывод уравнений изгиба балки на упругом основании.
9. Краевой эффект при изгибе балки на упругом основании.
10. Краевые условия в задаче изгиба балки на упругом основании
11. Метод сил и метод перемещений.
12. Основные положения метода перемещении на примере расчета стержневых систем.
13. Матрицы жесткости и податливости.
14. Локальные и глобальные координаты. Формулы преобразования векторов и матриц.
15. Расчет стержневых систем методом перемещений.
16. Матрица жесткости стержневого конечного элемента.
17. Матрица жесткости балки
18. Основные положения МКЭ в форме метода перемещений.
19. Расчет пространственных стержневых систем методом конечных элементов.
20. Основные понятия метода конечных элементов.
21. Определения: конечный элемент, степени свободы конечного элемента, узлы конечного элемента, функции формы конечных элементов.
22. Основные типы конечных элементов.
23. Степени свободы конечного элемента.
24. Функции формы конечных элементов.
25. Свойства функций формы.
26. Прямой метод получения соотношений МКЭ. Стержневой конечный элемент.

27. Формирование глобальной матрицы жесткости конструкции из матриц жесткости отдельных элементов (на примере стержневой задачи).
28. Принцип минимума потенциальной энергии, как возможная основа МКЭ.
29. Основные соотношения метода конечных элементов на основе принципа минимума потенциальной энергии.
30. Балочный конечный элемент. Гипотезы деформирования балок.
31. Функции формы балочного конечного элемента (полиномы Эрмита).
32. Изгиб бруса большой кривизны.
33. 2. Распределение напряжений в поперечном сечении бруса большой кричизны при чистом изгибе.
34. Гипотезы и допущения теории тонкостенных стержней В.З.Власова.
35. Особенности деформации тонкостенных стержней.
36. Определение секториальных характеристик профилей.
37. Свободное кручение тонкостенных стержней открытого поперечного профиля. Стесненное кручение тонкостенных стержней открытого поперечного профиля. Бимомент.
38. Депланация поперечного сечения при свободном кручении стержней открытого поперечного профиля.
39. Определение положения центра кручения (изгиба).
40. Определение нормальных и касательных напряжений стесненного кручения.
41. Вывод и решение дифференциального уравнения стесненного кручения тонкостенного стержня.
42. Поперечный изгиб тонкостенных стержней
43. Многопролетные статически неопределимые балки.
44. Метод сил для решения задачи многопролетных балок.
45. Балки на упругом основании.
46. Вывод уравнений изгиба балки на упругом основании.
47. Краевые условия и условия стыковки участков изгиба составной балки на упругом основании.
48. Изгиб балок на упругом основании постоянной жесткости.
49. Построение частных решений уравнений прогиба балок на упругом основании. Метод расчета "длинных" балок на упругом основании.
50. Понятие о краевом эффекте изгиба балок на упругом основании.
51. Расчет балок переменной жесткости на упругом основании.
52. Метод перемещений для расчета стержневых систем.
53. Основные идеи метода перемещений на примере расчета стержневых систем, работающих на растяжение-сжатие.
54. Матрицы жесткости и податливости стержня.
55. Локальные и глобальные координаты стержня.
56. Формулы преобразования векторов и матриц при расчете стержневой системы методом перемещений.
57. Расчет плоских рам методом перемещений.

58. Матрица жесткости стержня при совместном учете деформаций изгиба и растяжения.
59. Матрица жесткости и вектор узловых сил пространственного стержневого элемента.
60. Основные положения МКЭ в форме метода перемещений.
61. Расчет пространственных стержневых систем методом конечных элементов на ЭВМ.
62. Балочный конечный элемент.
63. Основные гипотезы и допущения теории тонкостенных стержней Власова- Уманского.
64. Особенности деформации тонкостенных стержней.
65. Свободное кручение тонкостенных стержней открытого профиля.
66. Стесненное кручение тонкостенных стержней открытого профиля.
67. Определение секториальных характеристик профилей.
68. Депланации поперечного сечения. Бимомент.
69. Определение положения центра кручения (изгиба).
70. Определение нормальных и касательных напряжений стесненного кручения.
71. Вывод и решение дифференциального уравнения стесненного кручения.
72. Поперечный изгиб тонкостенных стержней.
73. Вариационная формулировка метода перемещений.
74. Энергия деформации. Потенциал внешних сил. Потенциальная энергия системы. Принцип минимума потенциальной энергии.
75. Принцип возможных перемещений.
76. Вариационные принципы Кастилиано и Хелингера-Рейсснера.
77. Метод Ритца.
78. Метод Бубнова-Галеркина.
79. Соотношения метода конечных элементов на основе вариационного подхода.
80. Осесимметричная деформация кольцевых деталей. Расчет колец на прочность и жесткость.
81. Осесимметрично нагруженные толстостенные цилиндры - задача Ламе. Вывод основных соотношений.
82. Напряжения и деформации в толстостенном цилиндре при действии внутреннего и наружного давления.
83. Напряжения и деформации в толстостенном составном цилиндре. Формулы Гадолина.
84. Расчет дисков постоянной толщины в аналитической форме. Диски равного сопротивления.
85. Посадочные напряжения в дисках, определение освобождающего и разрушающего числа оборотов вращающихся дисков.
86. Конечный элемент, используемый при расчете пластин.
87. Осесимметрично нагруженные цилиндрические оболочки.

88. Осесимметричный изгиб круглых и кольцевых пластин. Основные гипотезы и допущения. Вывод основных соотношений.
89. Интегрирование дифференциального уравнения изгиба круглых и кольцевых пластин.
90. Граничные условия и условия стыковки при расчете изгиба круглых и кольцевых пластин.
91. Расчет на прочность и жёсткость изгиба круглых и кольцевых пластин.
92. Круглые пластины ступенчатой толщины, подкрепленные кольцевыми ребрами.
93. Расчет оболочек вращения по безмоментной теории. Основные гипотезы и допущения. Геометрия срединной поверхности.
94. Условия существования безмоментного состояния оболочек вращения. Вывод разрешающих уравнений.
95. Расчет безмоментных оболочек нагруженных равномерным и гидростатическим давлением.
96. Моментная теория осесимметричных цилиндрических оболочек. Вывод основных уравнений.
97. Интегрирование дифференциальных уравнений осесимметричного изгиба цилиндрических оболочек.
98. Граничные условия при расчете осесимметричного изгиба цилиндрических оболочек.
99. Особенности расчета "длинных" цилиндрических оболочек. Краевой эффект.
100. Геометрия пространственной кривой. Естественный трехгранник Френе. Касательная, нормаль и бинормаль. Кривизна и крутка.
101. Геометрия поверхности. Криволинейные координаты. Первая квадратичная форма поверхности. Параметры Ламе. Кривизны нормального и наклонного сечений.
102. Вторая квадратичная форма поверхности. Теорема Менье.
103. Линии кривизны поверхности. Главные кривизны поверхности. Средняя и гауссова кривизна поверхности.
104. Деривационные формулы Вейнгартена.
105. Векторы вращения триедра поверхности при движении вдоль координатных линий.
106. Тождества Кодацци-Гаусса.
107. Гипотезы Кирхгоффа-Лява в теории пластин и оболочек.
108. Деформации и изменения кривизны срединной поверхности оболочки (общая теория оболочек). Варианты конечных и малых деформаций, малых перемещений.
109. Деформации эквидистантной поверхности оболочки (общая теория оболочек).
110. Напряженное состояние оболочки (общая теория оболочек).
111. Внутренние силы и моменты в оболочке (общая теория оболочек).

112. Уравнения равновесия элемента оболочки.
113. Соотношения упругости в теории оболочек.
114. Понятие о вариационном выводе уравнений равновесия в общей теории оболочек.
115. Граничные условия в общей теории оболочек.
116. Анализ структуры уравнений теории тонких оболочек.
117. Теории расчета многослойных пластин и оболочек. Учет деформаций поперечного сдвига. Расчет трехслойных пластин.
118. Понятие о расчетах оболочек в геометрически нелинейной постановке.
119. Естественно закрученные стержни. Плоские криволинейные стержни. Основные гипотезы и допущения в моделях естественно закрученных стержней.
120. Уравнения равновесия плоских и пространственных криволинейных стержней.
121. Прикладные задачи механики криволинейных стержней. Определение НДС цилиндрических пружин при произвольных нагрузках.
122. Понятие о нелинейных задачах статики криволинейных стержней и методах их решения.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)
Кафедра: Динамика, прочность машин и сопротивление материалов

Примерные темы курсовых проектов

ПО ДИСЦИПЛИНЕ

«Строительная механика машин»

Специальность:
23.05.01. Наземные транспортно-технологические средства
Квалификация (степень) выпускника:
специалист
Форма обучения: очная

1. Анализ деформирования крэш-системы электропоезда при аварийном столкновении с препятствием.
2. Исследования напряженного состояния полиамидных сепараторов роликовых подшипников.
3. Оценка качеств пассивной безопасности легкового автомобиля при столкновении с препятствием.
4. Разработка методики рационального выбора конструкции сварных соединений кронштейнов с балками рам мобильных машин.

5.Оценка свойств пассивной безопасности защитных каркасов кабин грузовых автомобилей

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯРОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Факультет ТРАНСПОРТНЫЙ, кафедра «Динамика, прочность машин и сопротивление материалов»
Дисциплина - Строительная механика машин
Специальность 23.05.01. Наземные транспортно-технологические средства
Курс 3, семестр 5

ЗАЧЕТНЫЙ БИЛЕТ № 1

1. Особенности задач обеспечения прочности конструкции автомобилей и тракторов.
2. Деформированное состояние тела. Выражение компонент деформаций через производные от перемещений.
3. Задача.

Утверждено на заседании кафедры «__» _____ 20_ г., Протокол № __

Зав. кафедрой _____ /А.А. Скворцов/

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯРОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Факультет ТРАНСПОРТНЫЙ, кафедра «Динамика, прочность машин и сопротивление материалов»
Дисциплина - Строительная механика машин
Специальность -23.05.01. Наземные транспортно-технологические средства
Курс 3, семестр 5

ЗАЧЕТНЫЙ БИЛЕТ № 2

1. Многопролетные многоопорные статически неопределимые балки.
2. Принцип минимума потенциальной энергии, как возможная основа МКЭ.
3. Задача.

Утверждено на заседании кафедры «__» _____ 20_ г., Протокол № __

Зав. кафедрой _____ /А.А. Скворцов/