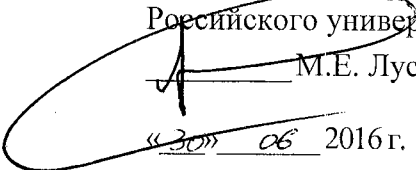


Государственное учреждение высшего профессионального образования
«Белорусско-Российский университет»

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор Белорусско-
Российского университета

 М.Е. Лустенков

«30» 06 2016 г.

Регистрационный № УД-230302/Бр.ВДВ4/р

РАСЧЕТЫ МЕТОДОМ КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

(наименование дисциплины)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Направление подготовки 23.03.02 Наземные транспортно-технологические комплексы

Направленность (профиль) Подъемно-транспортные, строительные, дорожные машины и оборудование

Квалификация Бакалавр

	Форма обучения
	Очная
Курс	4
Семестр	7
Лекции, часы	14
Практические занятия, часы	
Лабораторные занятия, часы	30
Курсовая работа, семестр	
Курсовой проект, семестр	
Зачёт, семестр	
Экзамен, семестр	7
Контактная работа по учебным занятиям, часы	44
Контролируемая самостоятельная работа, тип/семестр	
Самостоятельная работа, часы	64
Всего часов / зачетных единиц	108/3

Кафедра-разработчик программы: Транспортные и технологические машины
(название кафедры)

Составитель: О.В. Леоненко, доцент, канд. техн. наук, доцент
(И.О. Фамилия, ученая степень, ученое звание)

Могилев, 2016

Рабочая программа составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 23.03.02 Наземные транспортно-технологические комплексы (уровень бакалавриата), утвержденным приказом № 162 от 06.03.2015 г., учебными планами рег. № 230302-1, № 230302-2, утвержденными 26.02.2016 г.

Рассмотрена и рекомендована к утверждению кафедрой «Транспортные и технологические машины»

«16» 04 2016 г., протокол № 9.

Зав. кафедрой  И.В. Лесковец

Одобрена и рекомендована к утверждению Президиумом научно-методического совета Белорусско-Российского университета

«29» июня 2016 г., протокол № 5.

Зам. председателя Президиума
научно-методического совета

 А.Д. Бужинский

Рецензент:

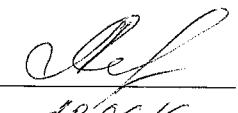
Максим Эдуардович Подымако, ведущий инженер-конструктор бюро надежности отдела перспективных разработок ОАО "Могилёвлифтмаш"

Рабочая программа согласована:

Зав. справочно-библиографическим
отделом

 Л.А. Астекалова

Начальник учебно-методического
отдела


28.06.16 О.Е. Печковская

1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

1.1 Цель учебной дисциплины

Целью учебной дисциплины является формирование специалистов, умеющих обоснованно и результативно применять комплекс знаний, умений и навыков по расчёту и анализу напряжённо-деформированного состояния деталей и конструкций, применяемых в строительных, дорожных и подъёмно-транспортных машинах.

1.2 Планируемые результаты изучения дисциплины

В результате освоения учебной дисциплины студент должен **знать:**

- постановку задачи метода конечных элементов (МКЭ);
- основные этапы решения задачи МКЭ;
- программные комплексы ЭВМ реализующие МКЭ;

уметь:

- моделировать напряженно-деформированное состояние металлоконструкций с помощью программного обеспечения реализующего МКЭ;
- анализировать поля напряжений, деформаций и перемещений конструкций машин;

владеть:

- навыками использования программных комплексов реализующих метод конечных элементов для анализа напряженно-деформированного состояния металлоконструкций при решении конструкторских задач.

1.3 Место учебной дисциплины в системе подготовки студента

Дисциплина относится к блоку 1 «Дисциплины (модули)» (вариативная часть дисциплины по выбору)).

Перечень учебных дисциплин, изучаемых ранее, усвоение которых необходимо для изучения данной дисциплины:

- математика (дифференциальное и интегральное исчисление);
- теоретическая механика (статика, динамика);
- строительная механика и металлические конструкции;
- сопротивление материалов.

Перечень учебных дисциплин (циклов дисциплин), которые будут опираться на данную дисциплину:

- основы автоматизации производства.

Кроме того, результаты изучения дисциплины используются при подготовке выпускной квалификационной работы.

1.4 Требования к освоению учебной дисциплины

Освоение данной учебной дисциплины должно обеспечивать формирование следующих компетенций:

Коды формируемых компетенций	Наименования формируемых компетенций
ОПК-7	Способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности.
ПК-1	Способность в составе коллектива исполнителей участвовать в выполнении теоретических и экспериментальных научных исследований

	по поиску и проверке новых идей совершенствования наземных транспортно-технологических машин, их технологического оборудования и создания комплексов на их базе.
--	--

2 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Вклад дисциплины в формирование результатов обучения выпускника (компетенций) и достижение обобщенных результатов обучения происходит путём освоения содержания обучения и достижения частных результатов обучения, описанных в данном разделе.

2.1 Содержание учебной дисциплины

Номер тем	Наименование тем	Содержание	Коды формируемых компетенций
1	Программное обеспечение, реализующее МКЭ	Реализация метода конечных элементов (МКЭ) в современных программных комплексах, обеспечивающих работу конструктора. Примеры программного обеспечения и их классификация. Типы решаемых задач с помощью МКЭ.	ОПК-7, ПК-1
2	Алгоритм определения напряжённо-деформированного состояния конструкции	Этапы исследования напряженно-деформированного состояния, с помощью программного обеспечения, реализующего МКЭ. Формирование «граничных» условий для решения задачи. Типы конечных элементов, используемых в современном программном обеспечении.	ОПК-7, ПК-1
3	Валидация граничных условий модели	Факторы, влияющие на получение точного результата при решении прикладных задач с использованием МКЭ. Тип и размер элемента. Граничные условия. Погрешность расчета	ОПК-7, ПК-1
4	Анализ НДС сварных конструкций	Исследование напряженно-деформированного состояния сварных металлоконструкций. Возможности программного обеспечения. Этапы решения задачи. Анализ полученных результатов.	ОПК-7, ПК-1
5	Алгоритм определения усталостной долговечности металлоконструкции	Исследование усталостной долговечности сварных металлоконструкций. Формулировка задачи применительно к МКЭ. Основные термины и определения. Этапы решения задачи.	ОПК-7, ПК-1
6	Определение усталостной долговечности на стадии проектирования	Исследование усталостной долговечности сварных металлоконструкций. Возможности программного обеспечения. Оценка усталостной долговечности металлоконструкции скрепера. Анализ полученных результатов.	ОПК-7, ПК-1
7	Алгоритм проектирования сварных металлоконструкций ПТМ и СДМ	Проектирование сварных металлоконструкций подъемно-транспортных машин. Возможности программного обеспечения. Этапы решения задачи. Анализ полученных результатов.	ОПК-7, ПК-1

2.2 Учебно-методическая карта учебной дисциплины

№ недели	Лекции (наименование тем)	Часы	Лабораторные занятия	Часы	Самостоятельная работа, часы	Форма контроля знаний	Баллы (max)
Модуль 1							
1	1. Программное обеспечение, реализующее МКЭ	2	Л.р. 1 Настройки программного комплекса «SolidWorks/CosmosWorks» для решения задач определения напряженно-деформированного состояния конструкций	2	1	КР ЗЛР	3 3
2			Л.р. 2 Исследование влияние размера элемента на величину напряжений при исследовании напряженно-деформированного состояния	2	1	ЗЛР	3
3	2. Алгоритм определения напряженно-деформированного состояния конструкции	2	Л.р. 3 Решение задач исследования напряженно-деформированного состояния с помощью элемента Solid	2	2	ЗЛР	3
4			Л.р. 4 Решение задач исследования напряженно-деформированного состояния с помощью элемента Shell	2	2	ЗЛР	3
5	3. Валидация граничных условий модели	2	Л.р. 5 Методика проведения анализа напряженно-деформированного состояния конструкции	2	2	КР ЗЛР	3 3
6			Л.р. 6 Моделирование напряженно-деформированного состояния изгиба	2	2	ЗЛР	3
7	4. Анализ НДС сварных конструкций	2	Л.р. 7 Моделирование напряженно-деформированного состояния сжатия \ растяжения	2	2	ЗЛР	3
8			Л.р. 8 Моделирование напряженно-деформированного состояния в сборочных узлах	2	2	ЗЛР ПКУ	3 30
Модуль 2							
9	5. Алгоритм определения усталостной долговечности металлоконструкции	2	Л.р. 9 Моделирование сварных конструкций средствами SolidWorks	2	2	ЗЛР	3
10			Л.р. 10 Моделирование сварочного шва средствами SolidWorks	2	2	ЗЛР	3
11	6. Определение усталостной долговечности на стадии проектирования	2	Л.р. 11 Моделирование напряженно-деформированного состояния сварных конструкций	2	2	КР ЗЛР	5 3
12			Л.р. 12 Методика решения задачи оценки усталостной долговечности конструкции	2	2	ЗЛР	3
13	7. Алгоритм проектирования сварных металлоконструкций ПТМ и СДМ	2	Л.р. 13 Исследование влияния параметров цикла изменения нагрузки на усталостную долговечность конструкции	2	2	КР ЗЛР	4 3
14			Л.р. 14 Методика решения комплексных задач средствами	2	2	КР ЗЛР	3 3

		SolidWorks\CosmosWorks				
15		Л.р. 15 Решение комплексной задачи исследования стрелы экскаватора ЭО3223	2	2	ЗЛР ПКУ	3 30
16-18				36	ПА (экзамен)	40
	Итого	14	30	64		100

Принятые обозначения:

Текущий контроль –

КР – контрольная работа;

ЗЛР – защита лабораторных работ;

ПКУ – промежуточный контроль успеваемости.

ПА - Промежуточная аттестация.

Итоговая оценка определяется как сумма текущего контроля и промежуточной аттестации и соответствует баллам:

Экзамен

Оценка	Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Баллы	87-100	65-86	51-64	0-50

3 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При изучении дисциплины используется модульно-рейтинговая система оценки знаний студентов. Применение форм и методов проведения занятий при изучении различных тем курса представлено в таблице.

№ п/п	Форма проведения занятия	Вид аудиторных занятий			Всего часов
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	
1	Мультимедиа	№1-№7			14
2	С использованием ЭВМ			№1-№15	30
	ИТОГО	14		30	44

4 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

Используемые оценочные средства по учебной дисциплине представлены в таблице и хранятся на кафедре.

№ п/п	Вид оценочных средств	Количество комплектов
1	Вопросы к экзамену	1
2	Тестовые, контрольные задания для проведения контрольных работ	1
3	Вопросы для защиты лабораторных работ	1
4	Экзаменационные билеты	1

5 МЕТОДИКА И КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ КОМПЕТЕНЦИЙ СТУДЕНТОВ

5.1 Уровни сформированности компетенций

№ п/п	Уровни сформированности компетенции	Содержательное описание уровня	Результаты обучения
----------	-------------------------------------	--------------------------------	---------------------

ОПК-7 Способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности.			
1	Пороговый уровень	Понимает основы работы систем инженерного анализа. Понимает основы хранения информации в локальных сетях и персональных компьютерах.	Выполнение исследование напряженно-деформированного состояния детали в программном комплексе SW2014/ Выполнение отчета по лабораторной работе в текстовом редакторе. Выполнение импорта графических файлов с результатами напряженно-деформированного состояния в отчет.
2	Продвинутый уровень	Понимает алгоритмы систем инженерного анализа. Понимает настройки доступа к информации в локальной вычислительной сети и персональном компьютере.	Выполнение смены решателей в программном комплексе SW2014 при выполнении напряженно-деформированного состояния. Использование шаблонов тестового редактора для оформления отчета. Выполнение анализа причин сбоя программного комплекса SW2014 применительно к модулю Simulations.
3	Высокий уровень	Анализ алгоритмов работы систем инженерного анализа применительно к статическим и динамическим режимам нагружения. Знание основ политик безопасности в локальной вычислительной сети.	Выполнение исследования напряженно-деформированного состояния конструкции при динамическом и статическом нагружении. Формирование отчета по лабораторной работе встроенными средствами

		Анализ основных причин невыполнения анализа напряженно-деформированного состояния инженерной системой.	программного комплекса SW2014 и импорт его в текстовый редактор. Формирование собственных библиотек материалов конструкций с разным коэффициентом Пуассона.
ПК-1 Способность в составе коллектива исполнителей участвовать в выполнении теоретических и экспериментальных научных исследований по поиску и проверке новых идей совершенствования наземных транспортно-технологических машин, их технологического оборудования и создания комплексов на их базе.			
1	Пороговый уровень	Определение уровня максимальных напряжений, перемещений и деформаций в конструкции проектируемой машины. Понимает основы граничных условий применительно к методу конечных элементов.	Применительно к программному комплексу SW2014 определяет уровни напряжений, деформаций, перемещений. Выполняет определение уровня напряжений в заданной области. Определяет преобладающие компоненты напряжения в эквивалентных напряжениях конструкции.
2	Продвинутый уровень	Понимает общее напряженное состояние конструкции и местное. Понимает основные этапы определения напряженно-деформированного состояния металлоконструкции с помощью метода конечных элементов.	Самостоятельно отличает зоны местного и общего напряженно-деформированного состояния в металлоконструкции. Применительно к методу конечных элементов самостоятельно регулирует плотность сетки. Самостоятельно выполняет оценку работоспособности конструкции по различным компонентам напряжений.
3	Высокий уровень	Моделирует граничные условия применительно к рассчитываемой конструкции с высоким	Самостоятельно применительно к программному комплексу SW2014 способен провести

		уровнем адекватности к реальному нагружению.	оценку адекватности задания граничных условий.
		Понимает основные критерии работоспособности конструкции.	Владеет интегрированными инструментами проверки качества конечно-элементной сетки.
			Самостоятельно определяет ресурс конструкции при изменении условий нагружения.

5.2 Методика оценки знаний, умений и навыков студентов

Результаты обучения	Оценочные средства	
ОПК-7 Способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности.		
Выполнение исследование напряженно-деформированного состояния детали в программном комплексе SW2014/ Выполнение отчета по лабораторной работе в текстовом редакторе. Выполнение импорта графических файлов с результатами напряженно-деформированного состояния в отчет.	Тестовые, контрольные задания для проведения контрольных работ Вопросы для защиты лабораторных работ	
Выполнение смены решателей в программном комплексе SW2014 при выполнении напряженно-деформированного состояния. Использование шаблонов тестового редактора для оформления отчета. Выполнение анализа причин сбоя программного комплекса SW2014 применительно к модулю Simulations.	Тестовые, контрольные задания для проведения контрольных работ Вопросы для защиты лабораторных работ	
Выполнение исследования напряженно-деформированного состояния конструкции при динамическом и статическом нагружении.	Тестовые, контрольные задания для проведения контрольных работ Вопросы для защиты лабораторных работ	

Формирование отчета по лабораторной работе встроенными средствами программного комплекса SW2014 и импорт его в текстовый редактор. Формирование собственных библиотек материалов конструкций с разным коэффициентом Пуассона.		
ПК-1 Способность в составе коллектива исполнителей участвовать в выполнении теоретических и экспериментальных научных исследований по поиску и проверке новых идей совершенствования наземных транспортно-технологических машин, их технологического оборудования и создания комплексов на их базе.		
Применительно к программному комплексу SW2014 определяет уровни напряжений, деформаций, перемещений. Выполняет определение уровня напряжений в заданной области. Определяет преобладающие компоненты напряжения в эквивалентных напряжениях конструкции.	Тестовые, контрольные задания для проведения контрольных работ Вопросы для защиты лабораторных работ	
Самостоятельно отличает зоны местного и общего напряженно-деформированного состояния в металлоконструкции. Применительно к методу конечных элементов самостоятельно регулирует плотность сетки. Самостоятельно выполняет оценку работоспособности конструкции по различным компонентам напряжений.	Тестовые, контрольные задания для проведения контрольных работ Вопросы для защиты лабораторных работ	
Самостоятельно применительно к программному комплексу SW2014 способен провести оценку адекватности задания граничных условий. Владеет интегрированными инструментами проверки качества конечно-элементной сетки. Самостоятельно определяет ресурс конструкции при изменении условий нагружения.	Тестовые, контрольные задания для проведения контрольных работ Вопросы для защиты лабораторных работ	

5.3 Критерии оценки лабораторных работ

Выполнение лабораторных работ оценивается 3 баллами и включает выполнение работы – до 1 балла, составление отчета – до 1 балла, защита лабораторной работы (устные ответы на контрольные вопросы) – до 1 балла.

5.4 Критерии оценки экзамена

К экзамену допускаются студенты, набравшие в течение семестра 36 и более баллов. Минимальное количество баллов для получения положительной оценки составляет 15, максимальное – 40. Экзаменационный билет включает два вопроса и одну задачу. Задача оценивается в 15 баллов, теоретические вопросы оцениваются по 12,5 баллов.

Экзамен проводится в письменной форме.

6 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ И ВЫПОЛНЕНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Самостоятельная работа студентов (СРС) направлена на закрепление и углубление освоения учебного материала, развитие практических умений. СРС включает следующие виды самостоятельной работы студентов:

- анализ/решение кейсов (ситуационных производственных, профессиональных задач);

- выполнение тестовых заданий;
- подготовка к тестированию;
- работа с материалами курса, вынесенными на самостоятельное изучение;
- работа с рабочей тетрадью;
- работа со справочной литературой и словарями;
- решение задач и упражнений по образцу;

Контроль самостоятельной работы студентов

- уровень освоения студентом учебного материала;
- умение студента использовать теоретические знания при выполнении практических, творческих заданий;

- обоснованность и четкость изложения ответа;
- оформление письменных работ в соответствии с предъявляемыми в университете требованиями;

- сформированные компетенции в соответствии с целями и задачами изучения дисциплины.

Перечень контрольных вопросов и заданий для самостоятельной работы студентов приведен в приложении и хранится на кафедре.

Для СРС рекомендуется использовать источники, приведенные в п. 7.

7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Основная литература

№ п/п	Библиографическое описание	Гриф	Количество экземпляров
1	Метод конечных элементов в задачах сопротивления материалов - М.: Физматлит, 2012. - 200 с.	-	ЭБС Znanium.com
2	Присекин В. Л. Основы метода конечных элементов в механике деформируемых тел / Присекин В.Л., Расторгуев Г.И. - Новосиб.: НГТУ, 2010. - 238 с.	-	ЭБС Znanium.com

7.2 Дополнительная литература

№ п/п	Библиографическое описание	Гриф	Количество экземпляров
1	Алямовский, А. А. COSMOSWorks. Основы расчета конструкций на прочность в среде SolidWorks [Электронный ресурс] / А. А. Алямовский. - М.: ДМК Пресс, 2010.	-	ЭБС Znanium.com
2	Абакумов М. В. Лекции по численным методам математической физики: Уч.пос./ М.В.Абакумов, А.В.Гулин; МГУ им. М.В.Ломоносова. Факультет вычисл. математике и кибернетики. - М.:НИИЦ ИНФРА-М,2013-158 с.:	-	ЭБС Znanium.com

7.3 Перечень ресурсов сети Интернет по изучаемой дисциплине

<http://www.cadcamcae.lv/>

<http://www.cad.ru/>

<http://solidworks.com/>

<http://www.autodesk.ru/>

<http://sapr-journal.ru/>

7.4 Перечень наглядных и других пособий, методических рекомендаций по проведению учебных занятий, а также методических материалов к используемым в образовательном процессе техническим средствам

7.4.1 Информационные технологии

Тема 1 – 14. Презентации в формате ppt.

7.4.2 Перечень программного обеспечения, используемого в образовательном процессе

Лабораторные работы:

Операционная система Windows 7 Профессиональная;

Программный комплекс SolidWorks/Simulation 2014.

8 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Материально-техническое обеспечение дисциплины содержится в паспорте лаборатории информатики, рег. номер ПУЛ-4.203-203а/1-14.

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

по учебной дисциплине Расчеты методом конечных элементов

направления подготовки 23.03.02 – Наземные транспортно-технологические комплексы

на 2018-2019 учебный год

Дополнений и изменений нет

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры Транспортные и технологические машины
(протокол № 9 от «7» марта 2018 г.)

Заведующий кафедрой:

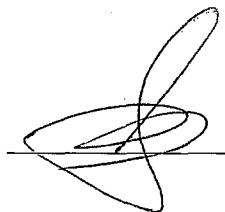
канд.техн.наук, доцент
(ученая степень, ученое звание)



И.В. Лесковец

УТВЕРЖДАЮ

Декан автомеханического факультета
канд.техн.наук, доцент
(ученая степень, ученое звание)



А.С. Мельников

«04» 05 2018 г.

СОГЛАСОВАНО

Ведущий библиотекарь



Л.А. Астекалова

Начальник учебно-методического
отдела



О.Е. Печковская