

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
**Димитровградский инженерно-технологический институт –**  
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
**(ДИТИ НИЯУ МИФИ)**

**«УТВЕРЖДАЮ»**  
Заместитель руководителя

\_\_\_\_\_ Т.И. Романовская  
«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2023 г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Б1.В.02.ДВ.02.01 Имитационное моделирование и инженерный анализ**

<b>Направление</b>	<i>15.04.02 Технологические машины и оборудование</i>
<b>Квалификация выпускника</b>	<i>магистр</i>
<b>Магистерская программа</b>	<i>Технологические машины и оборудование</i>
<b>Форма обучения</b>	<i>очная</i>
<b>Выпускающая кафедра</b>	<i>кафедра Технологии машиностроения</i>
<b>Кафедра-разработчик рабочей программы</b>	<i>кафедра Технологии машиностроения</i>

<b>Семестр</b>	<b>Трудоемкость час. (ЗЕТ)</b>	<b>Лекций, час.</b>	<b>Практич. занятий, час.</b>	<b>Лаборат. работ, час.</b>	<b>СРС, час.</b>	<b>Форма промежуточ- ного контроля (экз./зачет/кр)</b>
2	144 (4 ЗЕТ)	30	15	15	48	экзамен
<b>Итого</b>	144 (4 ЗЕТ)	30	15	15	48	<b>экзамен, 36 ч</b>

Димитровград 2023

## СОДЕРЖАНИЕ

1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....	3
2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО .....	3
3 ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....	4
4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	6
4.1 Структура дисциплины .....	6
4.2 Содержание дисциплины.....	6
5 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ .....	9
6 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ВХОДНОГО И ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ И ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ (АННОТАЦИЯ) .....	10
7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	10
7.1 Перечень основной и дополнительной учебной литературы.....	10
7.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».....	11
7.3 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине .....	11
8 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	12

## 1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Целями** освоения учебной дисциплины «Имитационное моделирование и инженерный анализ» являются:

- освоение теоретических и практических знаний, умений и навыков в области алгоритмизации технологических процессов,
- владение компетенциями по квалифицированному применению на практике численных методов и законов изменения технологических величин в зависимости от изменения условий протекания технологического процесса.
- владение математическими методами описания поведения материалов под действием различных видов;
- получение студентами необходимые знания по функциям основам и принципам проектирования на примере технологических машин
- формирование базовых навыков выполнения проектов, как учебных, так и реальных в будущей профессиональной деятельности.

**Задачи** дисциплины:

- получение навыков системного подхода к анализу конструкций;
- получение навыков оптимизации расчетов;
- освоение методов автоматизации проектирования;

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине определяется требованиями к результатам освоения ОПОП.

## 2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина «Имитационное моделирование и инженерный анализ» относится к дисциплинам по выбору вариативной части дисциплин блока 1 общепрофессионального модуля учебного плана.

Базой для изучения настоящей дисциплины являются дисциплины: «Высшая математика» (1-2 семестры), «Информационные технологии» (1 семестр). Эти дисциплины формируют основы знаний и составляют базу теоретического обеспечения дисциплины.

Результаты освоения дисциплины «Имитационное моделирование и инженерный анализ» являются входными параметрами для изучения курсов «Прикладные компьютерные программы» (5 семестр), «Технологическая информатика» (6 семестр). Кроме того, полученные компетенции будут использованы при выполнении выпускной работы бакалавра.

Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются следующие знания, владения и умения.

**Знать:** основные понятия, методы и законы математического анализа, аналитической геометрии, линейной и векторной алгебры.

**Уметь:** использовать в своей профессиональной деятельности методы и законы математического анализа, аналитической геометрии, линейной и векторной алгебры деятельности.

**Владеть:** употреблением математической символики для выражения количественных и качественных отношений объектов; использованием основных приемов обработки экспериментальных данных; аналитическим и численным решением алгебраических уравнений; исследованием аналитического и численного решения обыкновенных дифференциальных уравнений.

### 3 ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов компетенций в соответствии с ОС НИЯУ МИФИ и ОП ВО по данному направлению подготовки.

Таблица 3.1 - Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

Шифр компетенции	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения				Оценочные средства
		2	3	4	5	
ОПК-4 Способен использовать современные информационные технологии и программные средства при моделировании технологических процессов	<b>Знать:</b> - правила оформления конструкторской документации в соответствии с ЕСКД; методы и средства геометрического моделирования технических объектов; методы и средства автоматизации выполнения и оформления проектно-конструкторской и технологической документации; тенденции развития компьютерной графики, ее роль и значение в инженерных системах и прикладных программах.	<b>не знает:</b> методы и средства геометрического моделирования технических объектов; методы и средства автоматизации выполнения и оформления проектно-конструкторской и технологической документации	<b>слабо знает</b> методы и средства геометрического моделирования технических объектов; методы и средства автоматизации выполнения и оформления проектно-конструкторской и технологической документации	<b>достаточно полно знает:</b> методы и средства геометрического моделирования технических объектов; методы и средства автоматизации выполнения и оформления проектно-конструкторской и технологической документации	<b>свободно описывает:</b> методы и средства геометрического моделирования технических объектов; методы и средства автоматизации выполнения и оформления проектно-конструкторской и технологической документации	ФОС
	<b>Уметь:</b> - снимать эскизы, выполнять и читать чертежи и другую конструкторскую документацию; проводить обоснованный выбор и комплексирование средств компьютерной графики; использовать для решения типовых задач методы и средства геометрического моделирования; пользоваться инструментальными программными средствами интерактивных графических систем, актуальных для настоящего времени.	<b>не умеет:</b> использовать для решения типовых задач методы и средства геометрического моделирования; пользоваться инструментальными программными средствами интерактивных графических систем, актуальных для настоящего времени	<b>слабо ориентируется:</b> в эскизах, плохо читает чертежи и другую конструкторскую документацию; слабо проводит обоснованный выбор и комплексирование средств компьютерной графики	<b>умеет:</b> использовать для решения типовых задач методы и средства геометрического моделирования; пользоваться инструментальными программными средствами интерактивных графических систем, актуальных для настоящего времени	<b>хорошо ориентируется:</b> в использовании для решения типовых задач методов и средств геометрического моделирования; в использовании инструментальных программных средств интерактивных графических систем, актуальных для настоящего времени	ФОС
	<b>Владеть:</b> - навыками работы на компьютерной технике с графическими пакетами для получения конструкторских, технологических и других документов; навыками оформления проектной и конструкторской деформации в соответствии с требованиями ЕСКД.	<b>не владеет:</b> навыками работы на компьютерной технике с графическими пакетами для получения конструкторских, технологических и других документов.	<b>не достаточно владеет:</b> навыками работы на компьютерной технике с графическими пакетами для получения конструкторских, технологических и других документов	<b>хорошо владеет:</b> навыками оформления проектной и конструкторской деформации в соответствии с требованиями ЕСКД	<b>свободно владеет:</b> навыками оформления проектной и конструкторской деформации в соответствии с требованиями ЕСКД	ФОС

<p>ОПК-12</p> <p>Способен использовать современные информационные технологии, прикладные программные средства при решении задач профессиональной деятельности</p>	<p><b>Знать:</b> – стандартные программные средства для решения задач в области конструкторско-технологического обеспечения машиностроительных производств; физические основы измерений, систему воспроизведения единиц физических величин и передачи размера средствами измерений.</p>	<p><b>не знает</b> физические основы измерений, систему воспроизведения единиц физических величин и передачи размера средствами измерений</p>	<p><b>слабо знает:</b> физические основы измерений, систему воспроизведения единиц физических величин и передачи размера средствами измерений</p>	<p><b>достаточно полно знает:</b> стандартные программные средства для решения задач в области конструкторско-технологического обеспечения машиностроительных производств</p>	<p><b>свободно описывает:</b> стандартные программные средства для решения задач в области конструкторско-технологического обеспечения машиностроительных производств</p>	<p>ФОС</p>
	<p><b>Уметь:</b> - использовать прикладные программные средства при решении практических задач в области конструкторско-технологического обеспечения машиностроительных производств; применять физико-математические методы для решения задач в области конструкторско-технологического обеспечения машиностроительных производств с применением стандартных программных средств.</p>	<p><b>не умеет:</b> применять физико-математические методы для решения задач в области конструкторско-технологического обеспечения машиностроительных производств</p>	<p><b>слабо ориентируется:</b> в прикладных программных средствах при решении практических задач в области конструкторско-технологического обеспечения машиностроительных производств</p>	<p><b>умеет:</b> применять физико-математические методы для решения задач в области конструкторско-технологического обеспечения машиностроительных производств</p>	<p><b>хорошо ориентируется:</b> в прикладных программных средствах при решении практических задач в области конструкторско-технологического обеспечения машиностроительных производств</p>	<p>ФОС</p>
	<p><b>Владеть:</b> – навыками применения стандартных программных средств в области конструкторско-технологического обеспечения машиностроительных производств.</p>	<p><b>не владеет:</b> навыками применения стандартных программных средств в области конструкторско-технологического обеспечения машиностроительных производств.</p>	<p><b>не достаточно владеет:</b> навыками применения стандартных программных средств в области конструкторско-технологического обеспечения машиностроительных производств.</p>	<p><b>хорошо владеет:</b> навыками применения стандартных программных средств в области конструкторско-технологического обеспечения машиностроительных производств.</p>	<p><b>свободно владеет:</b> навыками применения стандартных программных средств в области конструкторско-технологического обеспечения машиностроительных производств.</p>	<p>ФОС</p>

## 4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 4 зачетных единицы (ЗЕТ), 144 академических часа.

Таблица 4.1 - Объем дисциплины по видам учебных занятий

Вид учебной работы	Всего, акад. часов	Семестр			
		3			
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>72</b>	<b>72</b>			
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>36</b>	<b>36</b>			
занятия лекционного типа	12	12			
занятия семинарского типа	24	24			
в том числе: семинары					
практические занятия	24	24			
практикумы					
лабораторные работы					
другие виды контактной работы					
в том числе: курсовое проектирование					
групповые консультации					
индивидуальные консультации					
иные виды внеаудиторной контактной работы					
<b>Самостоятельная работа обучающихся**:</b>	<b>36</b>	<b>36</b>			
изучение теоретического курса	36	36			
расчетно-графические задания, задачи					
реферат, эссе					
курсовое проектирование					
<b>Вид промежуточной аттестации (зачет, экзамен)</b>	зачет	<b>зач</b>			

Таблица 4.2 - Распределение учебной нагрузки по разделам дисциплины

№ модуля образовательной программы	№ раздела	Наименование раздела дисциплины	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость, акад. часы					Формируемые компетенции
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа	Всего часов	
Б1.В.ДВ.3.1	1	<b>Раздел 1. Основы метода конечных элементов</b>	2	2		6	10	ПК-2
	2	<b>Раздел 2. Расчет стержневых систем, работающих на растяжение. Кручение. Расчет на прочность круглых валов.</b>	2	3		6	11	ПК-5
	3	<b>Раздел 3. Расчет систем, испытывающих изгиб и изгиб с кручением</b>	2	1		6	9	ПК-5
	4	<b>Раздел 4. Расчет плоской задачи теории упругости</b>	2	8		6	16	ПК-5
	5	<b>Раздел 5. Расчет объемной задачи теории упругости</b>	2	8		6	16	ПК-5
	6	<b>Раздел 6. Расчет задачи переноса тепла</b>	2	2		6	10	ПК-5

ИТОГО:	12	24		36	72	
--------	----	----	--	----	----	--

#### 4.2 Содержание дисциплины

Удельный вес проводимых в активных и интерактивных формах проведения аудиторных занятий по дисциплине составляет 25 %.

Таблица 4.3 - Лекционный курс

№ лекции	Номер раздела	Тема лекции	Трудоемкость, часов	
			всего	в том числе с использованием интерактивных образовательных технологий
1	1	Теоретические основы метода конечных элементов. Основные положения метода конечных элементов. Этапы решения прочностных задач методом конечных элементов. Конечноэлементный комплекс ANSYS. Классы задач, решаемых в ANSYS. Графический интерфейс пользователя (GUI).	4	
2	2	Построение геометрической и конечноэлементной модели в препроцессоре ANSYS. Расширенные возможности построения модели. Построение геометрических моделей в препроцессоре ANSYS (PREP7). Метод построения "сверху-вниз": построение геометрических примитивов. Метод построения "снизу-вверх": построение точек, линий, поверхностей, объемов. Логические операции над геометрическими объектами. Импорт геометрических моделей из CAD систем. Построение конечноэлементной модели в ANSYS (PREP7). Типы конечных элементов. Задание свойств материала. Автоматическая генерация сетки. Приложение нагрузок к геометрической модели. Запуск решателя (SOLU)	4	2
3	3	Получение решения. Постпроцессорная обработка результатов. Представление результатов	4	2
4	3	Расширенные возможности построения конечноэлементной модели. Регулярная и свободная сетка. Параметры разбиения. Приложение нагрузок к конечноэлементной модели. Постпроцессорная обработка результатов. Контурное представление результатов. Текстовое представление результатов	4	
5	4	Решение линейной статической плоской и трехмерной задач механики деформируемого твердого тела. Решение линейной статической плоской задачи механики деформируемого твердого тела.	4	2
6	5	Решение трехмерной линейной статической задачи механики деформируемого твердого тела	4	2

7	5	Понятие о пластинах. Гипотеза Кирхгофа. Связь между перемещениями, деформациями и усилиями. Функция перемещений для прямоугольного элемента	4	
8	6	Решение задачи переноса тепла. Общие понятия и определения. Уравнения МКЭ для задачи переноса тепла. Расчет распределения температуры вдоль стержня, диска.	4	
<b>ИТОГО:</b>			<b>32</b>	<b>8</b>

Таблица 4.4 - Лабораторные работы

№ занятия	Номер раздела	Наименование лабораторной работы и перечень дидактических единиц	Трудоемкость, акад. часов	
			всего	в том числе с использованием интерактивных образовательных технологий
1-4	2, 3	Лабораторная работа №1. Расчет плоской фермы	6	1
5, 6	4	Лабораторная работа №2. Расчет линии балки на прочность и жесткость, и определение нагрузок на опоры без учета их смещения	4	1
7, 8	4	Лабораторная работа №3. Расчет на прочность серьги кривошипно-коромыслового механизма	4	1
9, 10	4	Лабораторная работа №4. Определение деформации поверхности тонкостенного цилиндра	4	1
11, 12	5	Лабораторная работа №5. Определение частот и форм собственных колебаний вращающегося ротора	2	1
13 – 15	6	Лабораторная работа №6. Сопряжённый анализ конструкции	4	1
16, 17	6	Лабораторная работа №7. Конвективный теплообмен	4	1
18, 19	6	Лабораторная работа №8. Анализ напряженного и деформированного состояния при вытяжке стакана	4	1
<b>ИТОГО:</b>			<b>32</b>	<b>8</b>

Таблица 4.5 - Самостоятельная работа студента

Раздел дисциплины	№ п/п	Вид самостоятельной работы студента (СРС) и перечень дидактических единиц	Трудоемкость, часов
1	1.1	Подготовка к лекционным занятиям, проработка теоретических материалов по теме лекционного занятия	2
	1.2	Выполнение домашнего задания о современном состоянии вопроса прикладного программного обеспечения CAD/CAM/CAE - систем	2



2	2.1	Подготовка к лекционным занятиям, проработка теоретических материалов по теме лекционного занятия	6
	2.2	Подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	6
3	3.1	Подготовка к лекционным занятиям, проработка теоретических материалов по теме лекционного занятия	6
	3.2	Подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	6
4	4.1	Подготовка к лекционным занятиям, проработка теоретических материалов по теме лекционного занятия	4
	4.2	Подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	4
5	5.1	Подготовка к лекционным занятиям, проработка теоретических материалов по теме лекционного занятия	6
	5.2	Подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	6
6	6.1	Подготовка к лекционным занятиям, проработка теоретических материалов по теме лекционного занятия	3
	6.2	Подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	2
<b>ИТОГО:</b>			<b>53</b>

Самостоятельная работа студентов регламентируется кроме приведенной таблицы методическими указаниями «Методические рекомендации для студентов по организации самостоятельной работы. Для студентов направлений 15.03.02 – «Технологические машины и оборудование» и 15.03.05 – «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» дневной и заочной форм обучения / сост. С.Н. Власов, Саган И.А. – Димитровград: ДИТИ НИЯУ МИФИ, 2015. – 23 с.»

## **5 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

Общие образовательные технологии, применяемые в процессе изучения дисциплины «Имитационное моделирование и инженерный анализ» подробно изложены в методических указаниях «Методические рекомендации для преподавателей по организации аудиторной работы студентов / сост. С.Н. Власов. – Димитровград: ДИТИ НИЯУ МИФИ, 2015. – 34 с.». Кроме того, дополняющие образовательные технологии, применяемые в процессе изучения дисциплины «Имитационное моделирование и инженерный анализ» следующие

- развивающее обучение;
- проблемное обучение;
- коммуникативное обучение;
- проектная технология;
- информационно-коммуникативные технологии;
- групповые технологии;
- компетентностный подход;
- деятельностный подход.

Организационные формы преподавания следующие:

- учебно-исследовательская деятельность;
- создание продуктов и макетов;
- работа в системе погружения.

## 6 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ВХОДНОГО И ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ И ИТОВОЙ АТТЕСТАЦИИ (АННОТАЦИЯ)

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о рейтинговой системе оценки знаний студентов ДИТИ НИЯУ МИФИ.

**Текущий контроль** студентов производится в дискретные временные интервалы лектором и преподавателем (ямы), ведущими лабораторные работы и практические занятия по дисциплине в следующих формах:

- выполнение лабораторных работ;
- защита лабораторных работ;
- устные опросы;
- расчетно-графические работы
- отдельно оцениваются личностные качества студента (аккуратность, исполнительность, инициативность) – работа у доски, своевременная сдача тестов, отчетов к лабораторным работам и домашних заданий.

**Промежуточный контроль** студентов производится в следующих формах:

- тестирование;
- защита лабораторных работ (по совокупности);

**Итоговый контроль** по дисциплине проходит в форме письменного экзамена (включает в себя ответ на теоретические вопросы и/или решения задач).

Фонды оценочных средств, включающие типовые вопросы к лабораторным работам, тесты и методы контроля, экзаменационные билеты, позволяющие оценить результаты обучения по данной дисциплине, приведены в Приложении 3.

## 7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7.1 Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Таблица 7.1 - Обеспечение дисциплины основной и дополнительной литературой по дисциплине

N п/ п	Автор	Название	Место изда- ния	Наименова- ние издатель- ства	Год изда- ния	Количество экземпля- ров
<b>Основная литература</b>						
1	Лесин, В.В., Лисовец, Ю.П.	Основы методов оптимизации [Электронный ресурс] : учеб. пособие	Москва	Лань	2011	
2	Головицына М.В.	Автоматизированное проектирование промышленных изделий [Текст]	Москва	Интернет-Университет Информационных Технологий	2011	
<b>Дополнительная литература</b>						
1	Селиванов, С.Г. , Н. К. Криони, С. Н. Поезжалова	Инноватика и инновационное проектирование в машиностроении [Текст]: Учебное пособие	Москва	Машиностроение	2013	

2	Власов С.Н.	Имитационное моделирование и инженерный анализ. [Текст]: Методические указания к лабораторным работам для студентов направлений 15.03.02 – «Технологические машины и оборудование» и 15.03.05 – «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» дневной и заочной форм обучения	Димитров-ров-град	ДИТИ НИЯУ МИФИ	2015	60
3	Власов С.Н., Саган И.А.	Методические рекомендации для студентов по организации самостоятельной работы [Текст]: Для студентов направлений 15.03.02 – «Технологические машины и оборудование» и 15.03.05 – «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» дневной и заочной форм обучения	Димитров-ров-град	ДИТИ НИЯУ МИФИ	2015	150
4	Власов С.Н.	Методические указания для преподавателей по разработке и использованию тестовых заданий [Текст]	Димитров-ров-град	ДИТИ НИЯУ МИФИ	2015	150
5	Власов С.Н.	Методические рекомендации для преподавателей по организации аудиторной работы студентов [Текст]	Димитров-ров-град	ДИТИ НИЯУ МИФИ	2015	150

## 7.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Интернет-портал об ANSYS и CAE-анализе. <http://www.cadferm-cis.ru>

## 7.3 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Наибольший эффект от использования новых информационных технологий в образовательном процессе достигается при использовании:

- информационных и демонстрационных программ;
- моделирующих программ, обеспечивающих интерактивный режим работы обучаемого с компьютером;
- тестовых систем для диагностики уровня знаний;
- доступа к информационным ресурсам сети Интернет.

Информационные технологии используются на различных этапах учебного процесса.

1) На лекционных занятиях используются мультимедийные технологии, включая демонстрацию презентаций, применяется иллюстративный материал. Одновременное воздействие на два важнейших органа (слух и зрение) облегчает процесс восприятия и запоминания информации, придает наглядность теоретическому материалу.

2) На лабораторно-практических занятиях для закрепления материала используется моделирование технологических процессов с помощью компьютера.

3) Для контроля и коррекции знаний используется компьютерное тестирование.

При осуществлении образовательного процесса студентами и профессорско-преподавательским составом используются следующее программное обеспечение: САД-система КОМПАС, Microsoft Office (Access, Excel, PowerPoint, Word), Skype, собственное зарегистрированное программное обеспечение.

При осуществлении образовательного процесса студентами и профессорско-преподавательским составом используются следующие информационно справочные системы: справочные службы сети Интернет, Единое окно доступа к образовательным ресурсам, Профессиональная поисковая система Science Direct, Профессиональная поисковая система JSTOR, Профессиональная поисковая система ProQuest, Профессиональная поисковая система НЭБ, Профессиональная поисковая система EcnLit.

Применяются такие информационные технологии, как использование на занятиях электронных изданий (чтение лекций с использованием слайд-презентаций, электронного курса лекций, графических объектов, видео- аудио- материалов (через Интернет), виртуальных лабораторий, практикумов), специализированных и офисных программ, информационных (справочных) систем, баз данных, организация взаимодействия с обучающимися посредством электронной почты, форумов, Интернет-групп, скайп, чаты, видеоконференцсвязь, компьютерное тестирование, дистанционные занятия (олимпиады, конференции), вебинар (семинар, организованный через Интернет), подготовка проектов с использованием электронного офиса.

## **8 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

1. Лекционные занятия:

- комплект электронных презентаций/слайдов,
- аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер),
- рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет,
- рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

2. Практические занятия (семинарского типа):

- презентационная техника (проектор, экран, компьютер)
- пакеты ПО (общего назначения, а также графический редактор КОМПАС),
- открытые пакеты прикладных программ и ПО с ознакомительным периодом (T-Flex CAD и пр)

3. Лабораторные работы:

*Компьютерный класс, оснащённый компьютерами с выходом в Интернет, а также принтером, сканером, мультимедийным проектором:*

- Celeron 1100 МГц (2001 г.) - 14 шт.
- Принтер Laser SHOT LBP-1210 (2005 г.) - 1 шт.
- Проектор NEC VT47 (2005) – 1 шт.

**УТВЕРЖДАЮ:**  
 Зав.кафедрой  
 «Технологии машиностроения»  
 \_\_\_\_\_ С.Н. Власов  
 « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2019 г.

## **Технологическая карта рейтинговых баллов по дисциплине «ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ИНЖЕ- НЕРНЫЙ АНАЛИЗ»**

**Направление подготовки.** 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств  
**Профиль подготовки** Технология машиностроения

**Максимальное количество баллов за работу в течение семестра: 55 баллов.  
 Итоговый контроль: 40 баллов**

Семестр   2  

Всего часов – **144 часа.**

в том числе:

- 1 лекции - **32 часов;**
- 2 семинарские / практические занятия - 0;
- 3 лабораторные работы - **32 часа;**
- 4 подготовка к лекциям - **20 часов;**
- 5 подготовка к семинарским / практическим занятиям - 0;
- 6 подготовка к лабораторным работам - **33 часов;**
- 7 подготовка к экзамену / зачету – **экзамен, 27 час;**

Информация о контрольных точках	Текущий контроль(<=25) (ТК)						Промежуточный контроль (<=30) (ПК)		Форма итогового контроля
	ТК <sub>1</sub>	ТК <sub>2</sub>	ТК <sub>3</sub>	ТК <sub>4</sub>	ТК <sub>5</sub>	ТК <sub>6</sub>	ПК <sub>1</sub>	ПК <sub>2</sub>	
Форма контроля	ТЗ, ПЗ	ТЗ, ПЗ	ТЗ, ПЗ	ТЗ, ПЗ	ТЗ, ПЗ	ТЗ, ПЗ	КР	КР	Экзамен
Неделя сдачи	3	5	7	10	12	15	6	12	
Максимальный балл	2	2	9	2	2	8	15	15	

**Примечание:** В целях удобства организации текущего контроля учет посещаемости студентов в баллах вписывается в данную таблицу только два раза (включается в ТК3 и ТК6), подводя итоги посещаемости на этапах текущих контролей 1 (ТК<sub>1</sub>, ТК<sub>2</sub>, ТК<sub>3</sub>) и 2 (ТК<sub>4</sub>, ТК<sub>5</sub>, ТК<sub>6</sub>). При этом максимальный балл за посещаемость на каждом этапе составляет 4 б.

**Структура баллов, начисляемых студентам по результатам  
текущего контроля и промежуточного контроля**

№ п/п	Наименование видов учебной работы	Начисляемое количество баллов (долей баллов)	Максимальное количество баллов по данному виду учебной работы
1	<b>Раздел 1</b>	2	
	<b>Текущий контроль 1:</b> а) выполнение теоретических заданий б) выполнение лабораторных работ		2
2	<b>Раздел 2</b>	2	
	<b>Текущий контроль 2:</b> а) выполнение теоретических заданий б) выполнение лабораторных работ		2
3	<b>Раздел 3</b>	9	
	<b>Текущий контроль 3:</b> а) выполнение теоретических заданий б) выполнение лабораторных работ		3
	Посещение лекций	0,7 балла за лекцию	3
	Посещение лабораторных занятий	0,3 балла за лабораторное занятие	3
4	<b>Промежуточный контроль по разделам 1-3.</b>	<b>15</b>	15
5	<b>Раздел 4</b>	2	
	<b>Текущий контроль 4:</b> а) выполнение теоретических заданий б) выполнение лабораторных работ		2
6	<b>Раздел 5</b>	2	
	<b>Текущий контроль 5:</b> а) выполнение теоретических заданий б) выполнение лабораторных работ		2
7	<b>Раздел 6</b>	8	
	<b>Текущий контроль 6:</b> а) выполнение теоретических заданий б) выполнение лабораторных работ		2
	Посещение лекций	0,7 балла за лекцию	3
	Посещение лабораторных занятий	0,3 балла за занятие	3
8	<b>Промежуточный контроль разделам 4-6</b>	<b>15</b>	15
9	<b>ИТОГО БАЛЛОВ ЗА СЕМЕСТР:</b>		<b>55</b>

## Перечень домашних заданий и видов самостоятельной работы студентов

№ п/п	Темы домашних заданий и самостоятельной работы	Недели семестра, в которых будет выдаваться задание	Недели семестров, в которых будут приниматься отчеты по домашним заданиям и работам
1	Цель и задачи курса "Имитационное моделирование и инженерный анализ". Связь курса с другими дисциплинами. Основы метода конечных элементов.	1	3
2	Растяжение-сжатие. Расчет стержневых систем, работающих на растяжение. Кручение. Изгиб.	3	6
3	Расчет систем, испытывающих изгиб и изгиб с кручением.	6	9
4	<b>Подготовка к промежуточному контролю №1</b>		9
5	Расчет плоской задачи теории упругости.	9	12
6	Расчет объемной задачи теории упругости	12	15
7	Расчет задачи переноса тепла.	15	17
8	<b>Подготовка к промежуточному контролю №3</b>		17

Ведущий преподаватель \_\_\_\_\_ /Власов С.Н./

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
 ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
 «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
**Димитровградский инженерно-технологический институт –**  
 филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
**(ДИТИ НИЯУ МИФИ)**

**УТВЕРЖДАЮ:**  
 Декан физико-технического факультета  
 \_\_\_\_\_ В.Х. Бронз

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2019 г.

**Дополнения и изменения в рабочей программе  
 дисциплины «Имитационное моделирование и инженерный анализ»**

**В рабочей программе обновлены сведения об изданных в 2015 году методических указаниях**

№ п/п	Автор	Название	Место издания	Наим. издательства	Год издания	Кол-во экз
1	Власов С.Н., Саган И.А.	Методические рекомендации для студентов по организации самостоятельной работы [Текст]: Для студентов направлений 15.03.02 – «Технологические машины и оборудование» и 15.03.05 – «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» дневной и заочной форм обучения	Димитровград	ДИТИ НИЯУ МИФИ	2015	150
2	Власов С.Н.	Методические указания для преподавателей по разработке и использованию тестовых заданий [Текст]	Димитровград		2015	150
3	Власов С.Н.	Методические рекомендации для преподавателей по организации аудиторной работы студентов [Текст]	Димитровград		2015	150
4	Власов С.Н.	Имитационное моделирование и инженерный анализ. [Текст]: Методические указания к лабораторным работам для студентов направлений 15.03.02 – «Технологические машины и оборудование» и 15.03.05 – «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» дневной и заочной форм обучения	Димитровград		2015	60

Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры технологии машиностроения, протокол заседания от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 201\_\_ № \_\_\_\_.

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий выпускающей кафедрой ТМ

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2019 г. \_\_\_\_\_

С.Н. Власов

Начальник УМУ

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2019 г. \_\_\_\_\_

О.Ю. Архипова



Приложение 1  
к рабочей программе дисциплины  
**«Имитационное моделирование и инженерный анализ»**

**Аннотация рабочей программы**

Дисциплина «Имитационное моделирование и инженерный анализ» относится к дисциплинам по выбору вариативной части блока 1 общепрофессионального модуля дисциплин подготовки студентов по направлению подготовки 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств.

Дисциплина реализуется на физико-техническом факультете ДИТИ НИЯУ МИФИ кафедрой технологии машиностроения.

Дисциплина нацелена на формирование профессиональных компетенций ОПК-4 и ОПК-12 выпускника.

Дисциплина «Имитационное моделирование и инженерный анализ» занимает важное место в системе подготовки научного исследователя по данному направлению. Она способствует формированию теоретических представлений о современных методах проектирования и анализа конструкций с применением современных пакетов прикладных программ. В результате изучения дисциплины «Имитационное моделирование и инженерный анализ» обучаемый должен знать стандартные программные средства для решения задач в области конструкторско-технологического обеспечения машиностроительных производств; физические основы измерений, систему воспроизведения единиц физических величин и передачи размера средствами измерений; правила оформления конструкторской документации в соответствии с ЕСКД; методы и средства геометрического моделирования технических объектов; методы и средства автоматизации выполнения и оформления проектно-конструкторской и технологической документации; тенденции развития компьютерной графики, ее роль и значение в инженерных системах и прикладных программах; уметь использовать прикладные программные средства при решении практических задач в области конструкторско-технологического обеспечения машиностроительных производств; применять физико-математические методы для решения задач в области конструкторско-технологического обеспечения машиностроительных производств с применением с применением стандартных программных средств; снимать эскизы, выполнять и читать чертежи и другую конструкторскую документацию; проводить обоснованный выбор и комплексование средств компьютерной графики; использовать для решения типовых задач методы и средства геометрического моделирования; пользоваться инструментальными программными средствами интерактивных графических систем, актуальных для современного производства; владеть навыками применения стандартных программных средств в области конструкторско-технологического обеспечения машиностроительных производств; навыками работы на компьютерной технике с графическими пакетами для получения конструкторских, технологических и других документов; навыками оформления проектной и конструкторской деформации в соответствии с требованиями ЕСКД.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, лабораторные работы, самостоятельная работа студента, консультации.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости в формах: выполнение лабораторных работ; защита лабораторных работ; устные опросы; расчетно-графические работы, промежуточный контроль в форме тестирования и итоговый контроль в форме письменного экзамена (включает в себя ответ на теоретические вопросы и/или решения задач).

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа. Программой дисциплины предусмотрены лекционные (32 часа), лабораторные (32 часа) занятия и самостоятельная работа студента (53 часа).

Приложение 2  
к рабочей программе дисциплины  
**«Имитационное моделирование и инженерный анализ»**

**Методические указания для самостоятельной работы обучающихся**

N п/п	Автор	Название	Место изда- ния	Наименова- ние издатель- ства	Год изда- ния	Количество экземпля- ров
1	Власов С.Н., Саган И.А.	Методические рекоменда- ции для студентов по организации самостоя- тельной работы [Текст]: Для студентов направле- ний 15.03.02 – «Техноло- гические машины и обо- рудование» и 15.03.05 – «Конструкторско- технологическое обеспе- чение машиностроитель- ных производств» днев- ной и заочной форм обу- чения	Димит- митров ров- град	ДИТИ НИЯУ МИФИ	2015	150

Приложение 3  
к рабочей программе дисциплины  
**«Имитационное моделирование и инженерный анализ»**  
Фонд оценочных средств дисциплины

Приложение 4  
к рабочей программе дисциплины  
«Имитационное моделирование и инженерный анализ»

**Методические указания для студентов по освоению дисциплины**

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 144 часов, из них 64 часов аудиторных занятий и 53 часов, отведенных на самостоятельную работу студента.

Целью самостоятельной работы студентов является овладение фундаментальными знаниями, профессиональными умениями и навыками деятельности по профилю, опытом творческой, исследовательской деятельности. Самостоятельная работа студентов способствует развитию самостоятельности, ответственности и организованности, творческого подхода к решению проблем учебного и профессионального уровня.

С целью рациональной организации самостоятельной работы студента, подготовлены методические указания:

1. Методические рекомендации для студентов по организации самостоятельной работы. Для студентов направлений 15.03.02 – «Технологические машины и оборудование» и 15.03.05 – «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» дневной и заочной форм обучения / сост. С.Н. Власов, Саган И.А. – Димитровград: ДИТИ НИЯУ МИФИ, 2015. – 23 с.

Организация деятельности студента в процессе освоения дисциплины приведен в таблице.

Вид учебных занятий	Организация деятельности студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометить важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии. Уделить особое внимание современным методам проектирования и оптимизации конструкций.
Лабораторная работа	Методические указания по выполнению лабораторных работ: Власов С.Н. Имитационное моделирование и инженерный анализ. [Текст]: Методические указания к лабораторным работам для студентов направлений 15.03.02 – «Технологические машины и оборудование» и 15.03.05 – «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» дневной и заочной форм обучения / Сост. С.Н. Власов. – Димитровград, 2015. – 33 с.
Индивидуальные задания	Знакомство с основной и дополнительной литературой, включая справочные издания, зарубежные источники, конспектирование основных положений, терминов, сведений, требующих для запоминания и являющихся основополагающими в этой теме. Решение типовых задач.
Расчетно-графические работы	Патентный поиск и составление библиографии, использование от 3 до 5 научных работ, изложение мнения авторов и своего суждения по выбранному вопросу; изложение основных аспектов проблемы. Ознакомиться со структурой и оформлением конструкторских документов. Выполнение расчетов по актуальным задачам проектирования.
Подготовка к экзамену	При подготовке к экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу.

Приложение 5  
к рабочей программе дисциплины  
«Имитационное моделирование и инженерный анализ»

**ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ПРЕПОДАВАНИЯ**  
**Рекомендации по организации и технологиям обучения для преподавателя**

**I. Образовательные технологии**

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий.

**Коммуникативное обучение:** чтение лекций, изложение нового материала с использованием традиционных форм преподавания, наглядных пособий и презентаций (*разделы 1-6*).

**Информационные технологии:** использование электронных образовательных ресурсов при подготовке к лекциям, практическим и лабораторным занятиям (*разделы 1-6*).

**Работа в команде:** совместная работа студентов в группе при выполнении лабораторных работ, выполнении групповых домашних заданий (*разделы 1-6*).

**II. Виды и содержание учебных занятий**

**Раздел 1. Теоретические основы метода конечных элементов. Этапы решения прочностных задач. Конечноэлементный комплекс ANSYS**

Теоретические занятия (лекции) - 2 час.

**Лекция 1.**

Теоретические основы метода конечных элементов. Основные положения метода конечных элементов. Этапы решения прочностных задач методом конечных элементов.

Конечноэлементный комплекс ANSYS. Классы задач, решаемых в ANSYS. Графический интерфейс пользователя (GUI).

*Тип лекции: информационная лекция.*

На лекции происходит передача учебной информации от преподавателя к студентам, в том числе с использованием компьютерных и технических средств, направленная в основном на приобретение студентами новых теоретических и фактических знаний.

**Раздел 2. Построение геометрической и конечноэлементной модели в препроцессоре ANSYS. Расширенные возможности построения модели**

Теоретические занятия (лекции) - 2 час.

**Лекция 2.**

Построение геометрической и конечноэлементной модели в препроцессоре ANSYS. Расширенные возможности построения модели.

Построение геометрических моделей в препроцессоре ANSYS (PREP7). Метод построения "сверху-вниз": построение геометрических примитивов. Метод построения "снизу-вверх": построение точек, линий, поверхностей, объемов. Логические операции над геометрическими объектами. Импорт геометрических моделей из CAD систем.

Построение конечноэлементной модели в ANSYS (PREP7). Типы конечных элементов. Задание свойств материала. Автоматическая генерация сетки. Приложение нагрузок к геометрической модели. Запуск решателя (SOLU).

*Тип лекции: интерактивная, с визуальным материалом.*

На лекции используются схемы, рисунки. Проведение лекции сводится к связному развернутому комментированию преподавателем подготовленных наглядных пособий. При этом важна логика и ритм подачи учебного материала.

**Лабораторный практикум - 4 часа, 1 работа.**

**Лабораторная работа №1.** Расчет плоской фермы

*Форма проведения занятий:* в группах по 6-12 человек, работа на установленном в лаборатории оборудовании

Цель работы: расчет деформированного состояния плоской фермы.

### **Раздел 3. Получение решения. Постпроцессорная обработка результатов. Представление результатов**

Теоретические занятия (лекции) - 4 часа.

#### **Лекция 3.**

Получение решения. Постпроцессорная обработка результатов. Представление результатов.

*Тип лекции: интерактивная, с визуальным материалом.*

На лекции используются схемы, рисунки. Проведение лекции сводится к связному развернутому комментированию преподавателем подготовленных наглядных пособий. При этом важна логика и ритм подачи учебного материала.

#### **Лекция 4.**

Расширенные возможности построения конечноэлементной модели. Регулярная и свободная сетка. Параметры разбиения. Приложение нагрузок к конечноэлементной модели. Постпроцессорная обработка результатов. Контурное представление результатов. Текстовое представление результатов.

*Тип лекции: информационная лекция.*

На лекции происходит передача учебной информации от преподавателя к студентам, в том числе с использованием компьютерных и технических средств, направленная в основном на приобретение студентами новых теоретических и фактических знаний.

**Лабораторный практикум - 2 часа, 1 работа.**

**Лабораторная работа №1.** Расчет плоской фермы

*Форма проведения занятий:* в группах по 6-12 человек, работа на установленном в лаборатории оборудовании

Цель работы: расчет деформированного состояния плоской фермы.

### **Раздел 4. Решение линейной статической плоской и трехмерной задач механики деформируемого твердого тела. Решение линейной статической плоской задачи механики деформируемого твердого тела**

Теоретические занятия (лекции) - 4 часа.

#### **Лекция 5.**

Решение линейной статической задачи механики деформируемого твердого тела. Решение линейной статической плоской задачи механики деформируемого твердого тела.

*Тип лекции: интерактивная, с визуальным материалом.*

На лекции используются схемы, рисунки. Проведение лекции сводится к связному развернутому комментированию преподавателем подготовленных наглядных пособий. При этом важна логика и ритм подачи учебного материала.

**Лабораторный практикум - 12 часов, 3 работы.**

**Лабораторная работа №2.** Расчет линии балки на прочность и жесткость, и определение нагрузок на опоры без учета их смещения

*Форма проведения занятий:* в группах по 6-12 человек, работа на установленном в лаборатории оборудовании

Цель работы: рассчитать напряженно-деформированное состояние линии балки на прочность и жесткость, и определение нагрузок на опоры без учета их смещения.

**Лабораторная работа №3.** Расчет на прочность серьги кривошипно-коромыслового механизма

*Форма проведения занятий:* в группах по 6-12 человек, работа на установленном в лаборатории оборудовании

Цель работы: рассчитать на прочность сергу кривошипно-коромыслового механизма.

**Лабораторная работа №4.** Определение деформации поверхности тонкостенного цилиндра

*Форма проведения занятий:* в группах по 6-12 человек, работа на установленном в лаборатории оборудовании

Цель работы: определить деформацию поверхности тонкостенного вращающегося цилиндра.

## **Раздел 5. Решение трехмерной линейной статической задачи механики деформируемого твердого тела**

**Теоретические занятия (лекции) - 4 часа.**

### **Лекция 6.**

Решение трехмерной линейной статической задачи механики деформируемого твердого тела.

*Тип лекции: интерактивная, с визуальным материалом.*

На лекции используются схемы, рисунки. Проведение лекции сводится к связанному развернутому комментированию преподавателем подготовленных наглядных пособий. При этом важна логика и ритм подачи учебного материала.

### **Лекция 7.**

Понятие о пластинах. Гипотеза Кирхгофа. Связь между перемещениями, деформациями и усилиями. Функция перемещений для прямоугольного элемента.

*Тип лекции: информационная лекция.*

На лекции происходит передача учебной информации от преподавателя к студентам, в том числе с использованием компьютерных и технических средств, направленная в основном на приобретение студентами новых теоретических и фактических знаний.

**Лабораторный практикум - 6 часов, 1 работа.**

**Лабораторная работа №5.** Определение частот и форм собственных колебаний вращающегося ротора

*Форма проведения занятий:* в группах по 6-12 человек, работа на установленном в лаборатории оборудовании

Цель работы: провести анализ конструкции, определить частоты и формы собственных колебаний вращающегося ротора.

## **Раздел 6. Решение задачи переноса тепла**

**Теоретические занятия (лекции) - 2 часа.**

### **Лекция 8.**

Решение задачи переноса тепла. Общие понятия и определения. Уравнения МКЭ для задачи переноса тепла. Расчет распределения температуры вдоль стержня, диска.

*Тип лекции: информационная лекция.*

На лекции происходит передача учебной информации от преподавателя к студентам, в том числе с использованием компьютерных и технических средств, направленная в основном на приобретение студентами новых теоретических и фактических знаний.

**Лабораторный практикум - 12 часов, 3 работы.**

**Лабораторная работа №6.** Сопряженный анализ конструкции

*Форма проведения занятий:* в группах по 6-12 человек, работа на установленном в лаборатории оборудовании

Цель работы: провести сопряженный анализ конструкции.

**Лабораторная работа №7.** Конвективный теплообмен

*Форма проведения занятий:* в группах по 6-12 человек, работа на установленном в лаборатории оборудовании

Цель работы: выполнить связанную тепловую и прочностную задачу для конструкции.

**Лабораторная работа №8.** Анализ напряженного и деформированного состояния при вытяжке стакана

*Форма проведения занятий:* в группах по 6-12 человек, работа на установленном в лаборатории оборудовании

Цель работы: проанализировать напряженное и деформированное состояние при вытяжке стакана.

Используемое оборудование, цели и задачи лабораторных и практических работ приведены в методических указаниях

N п/п	Автор	Название	Место изда- ния	Наименование издательства	Год из- дания	Количество экземпляров
1	Власов С.Н.	Имитационное моде- лирование и инже- нерный анализ. [Текст]: Методиче- ские указания к лабо- раторным работам для студентов направлений 15.03.02 – «Технологические машины и оборудо- вание» и 15.03.05 – «Конструкторско- технологическое обеспечение машино- строительных произ- водств» дневной и заочной форм обуче- ния	Димитровград	ДИТИ НИЯУ МИФИ	2015	60