

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
 «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ  
 Директор ИИИИПТ



Яковлев А.Н.

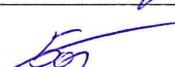
«30» 06 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
 ПРИЕМ 2019 г.  
 ФОРМА ОБУЧЕНИЯ ОЧНАЯ**

**Инженерные расчеты в САЕ - системах**

Направление подготовки/ специальность	15.04.01 Машиностроение		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Автоматизация технологических процессов и производств в машиностроении		
Специализация	Автоматизация технологических процессов и производств в машиностроении		
Уровень образования	высшее образование - магистратура		
Курс	2	семестр	3
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	6		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции	8	
	Практические занятия	32	
	Лабораторные занятия	24	
	ВСЕГО	64	
Самостоятельная работа, ч		152	
ИТОГО, ч		216	

Вид промежуточной аттестации	Экзамен	Обеспечивающее подразделение	ОМ
---------------------------------	---------	---------------------------------	----

Заведующий кафедрой - руководитель Отделения		Клименов В.А.
Руководитель ООП		Мартюшев Н.В.
Преподаватель		Бознак А.О.

2020 г.

## 1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся определенного ООП (п. 5. Общей характеристики ООП) состава компетенций для подготовки к профессиональной деятельности.

Код компетенции	Наименование компетенции	Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций)	
		Код	Наименование
ОПК(У)-1	Способен формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать и создавать критерии оценки	ОПК(У)-1.В2	Владеет навыком решения проблем проектирования и изготовления машиностроительных изделий
		ОПК(У)-1.У2	Умеет решать проблемы проектирования и изготовления машиностроительных изделий
		ОПК(У)-1.32	Знает проблемы проектирования и изготовления машиностроительных изделий
ОПК(У)-2	Способен применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы	ОПК(У)-2.В1	Владеет навыками построения моделей и решения конкретных задач в области машиностроительных производств, их конструкторско-технологического обеспечения
		ОПК(У)-2.В4	Владеет навыками использования САПР, инструментальных систем, языков программирования, при решении инженерных задач
		ОПК(У)-2.У4	Умеет применять САПР, инструментальные системы, языки программирования при решении инженерных и научных задач
		ОПК(У)-2.34	Знает системы автоматизированного проектирования САПР, инструментальные системы и языки программирования САПР
ПК(У)-11	Способен подготавливать технические задания на разработку проектных решений, разрабатывать эскизные, технические и рабочие проекты технических разработок с использованием средств автоматизации проектирования и передового опыта разработки конкурентоспособных изделий, участвовать в рассмотрении различной технической документации, подготавливать необходимые обзоры, отзывы, заключения в области профессиональной деятельности	ПК(У)-11. В2	Владеет опытом расчета технических и рабочих проектов с использованием средств автоматизации проектирования
		ПК(У)-11. У2	Умеет разрабатывать технические и рабочие проекты с использованием средств автоматизации проектирования
		ПК(У)-11. 32	Знает способы расчета технических и рабочих проектов с использованием средств автоматизации проектирования

## 2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина относится к вариативной части Блока 1 учебного плана образовательной программы.

## 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

После успешного освоения дисциплины будут сформированы результаты обучения:

Планируемые результаты обучения по дисциплине		Компетенция
Код	Наименование	
РД-1	Знает возможности САЕ-систем при выполнении инженерных расчетов объектов машиностроения	ОПК(У)-2
РД-2	Умеет создавать модели для выполнения расчетов напряженно-деформированного состояния объектов машиностроения в САЕ-системе ANSYS	
РД-3	Умеет анализировать полученные при моделировании напряженно-деформированного состояния данные, проводить верификацию этих данных и осуществлять соответствующие корректировки параметров объектов машиностроения для повышения их эксплуатационных характеристик	ПК(У)-11

Оценочные мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации представлены в календарном рейтинг-плане дисциплины.

#### 4. Структура и содержание дисциплины Основные виды учебной деятельности

Разделы дисциплины	Формируемый результат обучения по дисциплине	Виды учебной деятельности	Объем времени, ч.
Раздел 1. Метод конечных элементов	РД-1	Лекции	4
		Практические занятия	0
		Лабораторные занятия	0
		Самостоятельная работа	16
Раздел 2. Основы работы в ANSYS Workbench	РД-2 РД-3	Лекции	4
		Практические занятия	32
		Лабораторные занятия	24
		Самостоятельная работа	136

Содержание разделов дисциплины:

##### Раздел 1. Метод конечных элементов

Основные понятия метода конечных элементов (МКЭ): уравнение жесткости конечного элемента, решение уравнений МКЭ и анализ результатов решения. Применение МКЭ для решения инженерных задач: расчет фермы, расчет плоского напряженного состояния пластины и т.д.

##### Раздел 2. Основы работы в ANSYS Workbench

Реализация МКЭ в программном пакете ANSYS: препроцессинг, задание граничных условий, постпроцессинг. Создание геометрической модели для расчетов в программном пакете ANSYS и задание свойств материалов тел данной модели. Генерация конечно-элементной сетки. Наложение нагрузок и граничных условий. Создание контактных пар. Настройка решателя и обработка полученных результатов.

##### Темы практических занятий:

1. Создание геометрической модели.
2. Порядок разбиения и общие настройки генератора конечно-элементной сетки.
3. Контроль формы элементов, плотность конечно-элементной сетки в контактной области и команда «Refinement».
4. Генерация регулярной конечно-элементной сетки по разметке и на сочетающихся поверхностях.
5. Проверка конечно-элементной сетки: ошибки при генерации и работа с виртуальной топологией.
6. Виды нагрузок и особенности их задания.
7. Граничные условия.

8. Создание контактных пар: классификация контактов, контактные и целевые элементы.
9. Модели контакта и дополнительные параметры контактной пары.
10. Конечно-элементное разбиение контактных пар.
11. Управление решателем: контроль шагов решения и управление нелинейным решением.
12. Запуск решателя и мониторинг численного решения.
13. Обработка результатов: перемещения, деформации и напряжения.
14. Графические инструменты отображения результатов и «нестандартные результаты».
15. Анимация и табличное представление результатов.
16. Экспорт результатов и генерация отчета.

#### **Названия лабораторных работ:**

1. Расчет на прочность консольной балки при изгибе.
2. Расчет на прочность пластины с отверстием при растяжении.
3. Расчет на прочность стержня при кручении.
4. Расчет на прочность бака.
5. Расчет на прочность серьги.
6. Расчет на прочность кронштейна.
7. Расчет на прочность зубчатого колеса.
8. Расчет на прочность слесарного инструмента.
9. Пластическая осадка цилиндрической заготовки.
10. Пластический изгиб листа.
11. Контактная задача: полусфера и плоскость.
12. Контактная задача: дорнование.

### **5. Организация самостоятельной работы студентов**

Самостоятельная работа студентов при изучении дисциплины (модуля) предусмотрена в следующих видах и формах:

- Работа с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной проблеме курса;
- Работа над междисциплинарным проектом;
- Исследовательская работа и участие в научных студенческих конференциях, семинарах и олимпиадах.

### **6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

#### **6.1. Учебно-методическое обеспечение**

Основная литература:

1. Основы работы в ANSYS 17 / Н. Н. Федорова, С. А. Вальгер, М. Н. Данилов, Ю. В. Захарова. — Москва : ДМК Пресс, 2017. — 210 с. — ISBN 978-5-97060-425-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/90112> (дата обращения: 28.04.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Макаров, Е. Г. Метод конечных элементов в прочностных расчётах : учебное пособие / Е. Г. Макаров. — Санкт-Петербург : БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2017. — 136 с. — ISBN 978-5-906920-49-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/121830> (дата обращения: 28.04.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Мищенко, Г. В. Метод конечных элементов в курсе сопротивления материалов : учебное пособие / Г. В. Мищенко, Ю. Н. Самогин, В. П. Чирков ; под редакцией В. П. Чиркова. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2015. — 472 с. — ISBN 978-5-9221-1615-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/71992> (дата обращения: 28.04.2019).

28.04.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Дополнительная литература:

1. Банщикова, И. А. Комплекс ANSYS: нелинейный прочностной анализ конструкций : учебное пособие / И. А. Банщикова, Г. И. Расторгуев. — Новосибирск : НГТУ, 2015. — 94 с. — ISBN 978-5-7782-2816-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/118188> (дата обращения: 28.04.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей..
2. Кузьмин, А. М. Расчёт напряжённно-деформированного состояния оболочки камеры сгорания ракетного двигателя в среде ANSYS : учебное пособие / А. М. Кузьмин, А. И. Мустейкис. — Санкт-Петербург : БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2017. — 25 с. — ISBN 978-5-906920-66-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/121847> (дата обращения: 28.04.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

## 6.2. Информационное и программное обеспечение

Internet-ресурсы (в т.ч. в среде LMS MOODLE и др. образовательные и библиотечные ресурсы):

1. Электронно-библиотечная система «Лань» - <https://e.lanbook.com/>
2. Электронно-библиотечная система «ZNANIUM.COM» - <https://new.znanium.com/>
3. Электронно-библиотечная система «Юрайт» - <https://urait.ru/>
4. Электронно-библиотечная система «Консультант студента»  
<http://www.studentlibrary.ru/>

Информационно-справочные системы:

1. Информационно-справочная система КОДЕКС – <https://kodeks.ru/>
2. справочно-правовая система КонсультантПлюс – <http://www.consultant.ru/>

Профессиональные Базы данных:

1. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU – <https://elibrary.ru>

Лицензионное программное обеспечение (в соответствии с **Перечнем лицензионного программного обеспечения ТПУ**):

1. AkelPad; Dassault Systemes SOLIDWORKS 2020 Education;
2. Google Chrome;
3. Mozilla Firefox ESR.
4. Microsoft Office 2007 Standard Russian Academic; Microsoft Office 2013 Standard Russian Academic;
5. Document Foundation LibreOffice;
6. Zoom Zoom.

## 7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

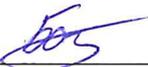
В учебном процессе используется следующее лабораторное оборудование для практических и лабораторных занятий:

№	Наименование специальных помещений	Наименование оборудования
1.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (компьютерный класс) 634028, Томская обл., г. Томск, ул. Тимакова, 12, ауд. 203	Комплект учебной мебели на 12 посадочных мест; Шкаф для одежды - 1 шт.; Компьютер - 20 шт.
2.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового	Комплект учебной мебели на 60 посадочных мест;

проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634028, Томская обл., г. Томск, ул. Тимакова, 12, ауд. 304	Компьютер - 2 шт.; Проектор - 1 шт.; Телевизор - 2 шт.
---	--

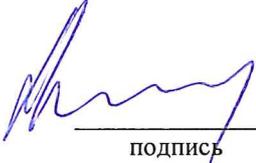
Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 15.04.01 Машиностроение, профиль «Автоматизация технологических процессов и производств в машиностроении» (приема 2019 г., очная форма обучения).

Разработчик:

Должность	Подпись	ФИО
Доцент		Бознак А.О.

Программа одобрена на заседании выпускающего Отделения материаловедения (протокол №19/1 от 01.07.2019).

Заведующий кафедрой - руководитель Отделения,  
 д.т.н, профессор

  
 / Клименов В.А. /  
 подпись

**Лист изменений рабочей программы дисциплины:**

Учебный год	Содержание /изменение	Обсуждено на заседании Отделения Материаловедения (протокол)
2019/2020	1. Обновлено программное обеспечение 2. Обновлен состав профессиональных баз данных и информационно-справочных систем 3. Обновлено содержание разделов дисциплины 4. Обновлен список литературы, в том числе ссылок ЭБС	протокол №19/1 от 01.07.2019