

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

УТВЕРЖДАЮ
И.о. директора ИШНП
Н.В. Гусева
« 30 » 06 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2019 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

Элементы теории упругости			
Направление подготовки/ специальность	21.03.01 «Нефтегазовое дело»		
Образовательная программа (направленность (профиль))	«Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки»		
Специализация	«Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки»		
Уровень образования	высшее образование – бакалавриат		
Курс	3	семестр	6
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	6		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции		32
	Практические занятия		32
	Лабораторные занятия		32
	ВСЕГО		96
Самостоятельная работа, ч			120
ИТОГО, ч			216

Вид промежуточной аттестации	Экзамен, КП – диф. зачет	Обеспечивающее подразделение	ОНД
------------------------------	--------------------------	------------------------------	-----

И.о. зав. каф. - руководитель ОНД на правах кафедры		И.А. Мельник
Руководитель ООП		О.В. Брусник
Преподаватель		А.А. Светашков

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Элементы теории упругости» является формирование у обучающихся определенного ООП (п. 5.3 Общей характеристики ООП) состава компетенций для подготовки к профессиональной деятельности.

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
ОПК(У)-1	Способен решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общеинженерные знания	И.ОПК(У)-1.5	Демонстрирует знание основ теоретической механики, теории механизмов и машин, сопротивления материалов, деталей машин и основ конструирования и применяет их при решении практических задач	ОПК(У)-1.5В1	Владеет опытом теоретического и экспериментального исследования в механике, использования методов теоретической механики, теории механизмов и машин, сопротивления материалов, деталей машин и основ конструирования при решении практических задач
				ОПК(У)-1.5У1	Умеет применять методы анализа и синтеза исполнительных механизмов, методы расчета и конструирования деталей и узлов механизмов
				ОПК(У)-1.5З1	Знает основные виды конструкций и механизмов, методы исследования и расчета их статических, кинематических и динамических характеристик, методы расчета на прочность и жесткость типовых элементов различных конструкций

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП

Дисциплина относится к вариативной части модуля специализации 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		Индикатор достижения компетенции
Код	Наименование	
РД 1	Ставить и решать расчетные задачи с использованием математического аппарата теории упругости	И.ОПК(У)-1.5
РД 2	Производить аналитические преобразования основных соотношений между параметрами напряженно-деформированного состояния для поиска решения поставленной задачи	И.ОПК(У)-1.5
РД 3	Определять физический смысл систем дифференциальных уравнений равновесия, граничных условий и физических соотношений	И.ОПК(У)-1.5

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 ¹	Объем времени, ч.
Раздел (модуль) 1. Основные предпосылки и гипотезы теории упругости Основные предпосылки и гипотезы теории упругости. Методы теории упругости. Условные обозначения. Пространственная и плоская задачи теории упругости.	РД1	Лекции	8
		Практические занятия	6
		Лабораторные занятия	-
		Самостоятельная работа	24
Раздел (модуль) 2. Напряженное состояние в точке Тензор напряжений. Дифференциальные уравнения равновесия. Напряжения на наклонных площадках. Напряженное состояние в точке. Главные напряжения, инварианты напряженного состояния. Шаровой тензор и девиатор напряжений. Интенсивность напряжений.	РД1 РД2 РД3	Лекции	6
		Практические занятия	8
		Лабораторные занятия	8
		Самостоятельная работа	24
Раздел (модуль) 3. Деформированное состояние в точке Перемещения и деформации. Соотношения Коши. Объемная деформация. Уравнения неразрывности деформаций. Тензор деформаций, главные деформации. Инварианты деформаций.	РД1 РД2 РД3	Лекции	6
		Практические занятия	6
		Лабораторные занятия	8
		Самостоятельная работа	24
Раздел (модуль) 4. Закон Гука. Энергия деформации	РД1 РД2 РД3	Лекции	6
		Практические занятия	6
		Лабораторные занятия	8

Выражения деформаций через напряжения. Выражения напряжений через деформации. Закон Гука в тензорной форме. Работа упругих сил, потенциальная энергия деформаций. Теорема взаимности Бетти.		Самостоятельная работа	24
Раздел (модуль) 5. Статические уравнения. Геометрические уравнения. Физические уравнения. Уравнения в перемещениях (уравнение Ляме). Уравнения в напряжениях (уравнения Бельтрами – Митчелла)	РД1 РД2 РД3	Лекции	6
		Практические занятия	8
		Лабораторные занятия	8
		Самостоятельная работа	24

Содержание разделов дисциплины:

Раздел (модуль) 1.

Основные предпосылки и гипотезы теории упругости

Основные предпосылки и гипотезы теории упругости. Методы теории упругости. Условные обозначения. Пространственная и плоская задачи теории упругости

Темы лекций:

- ЛК1 Основные допущения теории упругости
- ЛК2 Обзор основных методов теории упругости
- ЛК3 Общепринятые обозначения теории упругости. Правила суммирования индексов
- ЛК4 Плоская и пространственная теории упругости. Теория оболочек. Строительная механика.

Темы практических занятий:

- ПР1 Основные отличия теории упругости от элементарной теории (сопротивления материалов)
- ПР2 Особенности сокращенной записи уравнений теории упругости. Правило суммирования индексов
- ПР3 Плоское напряженное и плоское деформированное состояние

Раздел (модуль) 2.

Напряженно-деформированное состояние в точке

Тензор напряжений. Дифференциальные уравнения равновесия. Напряжения на наклонных площадках. Напряженное состояние в точке. Главные напряжения, инварианты напряженного состояния. Шаровой тензор и девиатор напряжений. Интенсивность напряжений.

Темы лекций:

- ЛК5 Напряженное состояние в точке. Тензор напряжений
- ЛК6 Дифференциальные уравнения равновесия.
- ЛК7 Главные напряжения. Инварианты тензоров. напряжений

Темы лабораторных работ:

- ЛБ1 Интерфейс программного комплекса, решатели, основы языка Fortran, основные понятия и определения метода конечных элементов.
- ЛБ2 Построение геометрической модели и разбиение на конечные элементы. Свойства материалов.

Темы практических занятий:

- ПР4 Запись уравнений равновесия элементарного объема
- ПР5 Запись уравнений на границе упругого тела
- ПР6 Уравнения равновесия в цилиндрических координатах
- ПР7 Расчет инвариантов тензора напряжений

Раздел (модуль) 3.

Деформированное состояние в точке

Перемещения и деформации. Соотношения Коши. Объемная деформация. Уравнения неразрывности деформаций. Тензор деформаций, главные деформации. Инварианты деформаций

Темы лекций:

- ЛК8 Перемещения и деформации. Соотношения Коши.
- ЛК9 Деформированное состояние в точке. Тензор деформаций
- ЛК10 Инварианты тензора деформаций

Темы лабораторных работ:

- ЛБ3 Задание граничных условий. Получение решения. Анализ результатов
- ЛБ4 Расчет ферменных конструкций под действием собственного веса, снеговой и ветровой нагрузки..

Темы практических занятий:

- ПР8 Расчет деформаций по известным перемещениям
- ПР9 Расчет объемной деформации
- ПР10 Определение компонентов деформированного состояния

Раздел 4.

Закон Гука. Энергия деформации

Выражения деформаций через напряжения. Выражения напряжений через деформации. Закон Гука в тензорной форме. Работа упругих сил, потенциальная энергия деформаций. Теорема взаимности Бетти.

Темы лекций:

- ЛК11 Связь напряжений и деформаций. Закон Гука
- ЛК12 Работа упругих сил и потенциальная энергия упругой деформации
- ЛК13 Теорема взаимности

Темы лабораторных работ:

- ЛБ5 Моделирование и расчет задачи Буссинеска в программном комплексе ANSYS.

- ЛБ6 Расчет изгиба пластинки при различных условиях опирания и внешних нагрузках в программном комплексе ANSYS

Темы практических занятий:

- ПР11 Основные уравнения и их общие решения в прямоугольных координатах
ПР12 Основные уравнения и их общие решения в цилиндрических координатах
ПР13 Решение плоских задач с помощью функции напряжений

Раздел 5.

Основные уравнения теории упругости

Статические уравнения. Геометрические уравнения. Физические уравнения. Уравнения в перемещениях (уравнение Ламе). Уравнения в напряжениях (уравнения Бельтрами – Митчелла)

Темы лекций:

- ЛК14 Статические и геометрические уравнения.
ЛК15 Уравнения в перемещениях (Ламе)
ЛК16 Уравнения в напряжениях (Бельтрами-Митчелла)

Темы лабораторных работ:

- ЛБ7 Расчет цилиндрической емкости под действием гидростатического давления в ANSYS
ЛБ8 Решение задачи Герца методом конечных элементов

Темы практических занятий:

- ПР14 Изгиб пластинок
ПР15 Задача Ламе
ПР16 Задача Бусинеска

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;
- Изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- Поиск, анализ, структурирование и презентация информации;
- Анализ научных публикаций по заранее определенной преподавателем теме;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

Основная литература

1. Молотников, В. Я.. Теория упругости и пластичности [Электронный ресурс] / Молотников В. Я., Молотникова А. А.. — Санкт-Петербург: Лань, 2017. — 532 с.. — Книга из коллекции Лань - Инженерно-технические науки.. — ISBN 978-5-8114-2603-4.
2. Трушин, Сергей Иванович. Строительная механика: метод конечных элементов : учебное пособие / С. И. Трушин. — Москва: Инфра-М, 2016. — 305 с.: ил.. — Высшее образование - Бакалавриат. — Библиогр.: с. 300-302.. — ISBN 978-5-16-011428-6.
3. Федорова, Н. Н.. Основы работы в ANSYS 17 [Электронный ресурс] / Федорова Н. Н., Вальгер С. А., Данилов М. Н., Захарова Ю. В.. — Москва: ДМК Пресс, 2017. — 210 с.. — Книга из коллекции ДМК Пресс - Информатика.. — ISBN 978-5-97060-425-0
4. Самогин, Юрий Николаевич. Метод конечных элементов в динамических расчетах турбомашин : учебное пособие / Ю. Н. Самогин, С. А. Серков, В. П. Чирков; Национальный исследовательский университет Московский энергетический институт (МЭИ) ; под ред. В. П. Чиркова. — Москва: Физматлит, 2016. — 212 с.: ил.. — Библиогр.: с. 211. — Список обозначений: с. 208-210.. — ISBN 978-5-9221-1681-7.

Дополнительная литература

1. А.А. Светашков Элементы теории упругости: учебное пособие; Томский политехнический университет: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. — 164 с.
2. А.И. Дудяк Прикладная теория упругости : учебное пособие для вузов / А. И. Дудяк, Т. А. Сахнович. — Минск: Изд-во Гревцова, 2010. — 164 с.
3. Князева, Анна Георгиевна Элементы теории упругости, термоупругости и массоупругости и их приложение к описанию процессов термообработки : пособие для подготовки курсовых проектов по курсу лекций "Теплофизические основы современных методов металлообработки" : учебное пособие / А. Г. Князева; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — Томск: Изд-во ТПУ, 2012. — 97 с.. — Библиогр.: с. 97..
4. А.Г. Князева Элементы теории упругости, термоупругости и массоупругости и их приложение к описанию процессов термообработки [Электронный ресурс] : пособие по подготовке курсовых проектов по курсу лекций "Теплофизические основы современных методов металлообработки" : учебное пособие / А. Г. Князева; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ), Институт физики высоких технологий (ИФВТ), Кафедра физики высоких технологий в машиностроении (ФВТМ). — 1 компьютерный файл (pdf; 926 KB). — Томск: Изд-во ТПУ, 2012. — Заглавие с титульного экрана. — Доступ из корпоративной сети ТПУ. — Системные требования: Adobe Reader..
5. Страница доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2012/m427.pdf>
6. А.Г. Горшков Теория упругости и пластичности : учебник для вузов / А. Г. Горшков, Э. И. Старовойтов, Д. В. Тарлаковский. — Москва: Физматлит, 2002. — 416 с.
7. Рекач, Владимир Германович Руководство к решению задач прикладной теории упругости : учебное пособие / В. Г. Рекач. — Москва: Высшая школа, 1984. — 287 с.: ил.. — Библиогр.: с. 280-285..
8. А.В. Александров Основы теории упругости и пластичности : учебник / А. В. Александров, В. Д. Потапов. — Москва: Высшая школа, 1990. — 400 с.: ил.. — Библиогр.: с. 391-392. — Предм. указ.: с. 393-395.. — ISBN 5-06-000053-2.

6.2. Информационное и программное обеспечение

Internet-ресурсы:

1. <http://fsapr2000.ru/> - российский интернет-форум пользователей и разработчиков САПР и IT-технологий в проектировании и производстве.
2. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности "Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности" от 12 марта 2013 года N 101 Код доступа: <http://www.uk-sng.ru/speczialnosti/11-biblioteka/144-federalnye-normy-i-pravila-v-oblasti-promyshlennoj-bezopasnosti-pravila-bezopasnosti-v-neftyanoj-i-gazovoj-promyshlennosti-ot-12-marta-2013-goda-n-101>

Лицензионное программное обеспечение:

1. Windows 10 Professional Russian Academic;
2. Microsoft Office Standard 2016;
3. ANSYS 19.0

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 (учебная лаборатория) 634034 г. Томская область, Томск, пр-т Ленина, д.43, учебный корпус №3, аудитория 218	Учебная аудитория для проведения практических и лабораторных занятий: Компьютеры - 11 шт., проектор – 1 шт.,
2.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (учебная лаборатория) 634034 г. Томская область, Томск, пр-т Ленина, д.43, учебный корпус №3, аудитория 220	Учебная аудитория для проведения практических: Проектор – 1 шт.

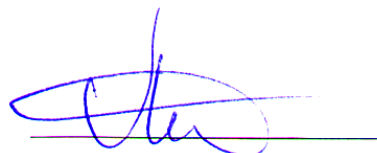
Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 21.03.01 «Нефтегазовое дело», профиль «Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки» (приема 2019 г., очная форма обучения).

Разработчик:

Должность		ФИО
Профессор ОНД		А.А. Светашков

Программа одобрена на заседании Отделения нефтегазового дела
(протокол от «24» июня 2019 г. № 15).

И.о. зав. кафедрой – руководитель ОНД
на правах кафедры
д.г-м.н., профессор

 /И.А. Мельник/

Лист изменений рабочей программы дисциплины:

Учебный год	Содержание /изменение	Обсуждено на заседании ОНД (протокол)
2020_/2021 учебный год	1. Актуализирован раздел «Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины» 2. Актуализировано содержание раздела «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины»	протокол № 25 от 26.06.2020 г.