Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 22.09.2023 10:30:44
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
декан факультета
химической технологии и биотехнологии
_____ / Белуков С.В. /
«_30_» _____августа_____ 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Теория упругости и пластичности»

Направление подготовки
15.03.02 «Технологические машины и оборудование»

Профиль подготовки
«Разработка и маркетинг технологического оборудования»

Квалификация (степень) выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Очная, очно-заочная

Москва 2021 г.

Программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки бакалавров **15.03.02 – «Технологические машины и оборудование»**.

Программу составил:

доцент, к.т.н. /Н.В.Даниленко/

Программа утверждена на заседании кафедры “АОиАТП”
« __» _____ 2017 г., протокол № ___.

Заведующий кафедрой
профессор, д. т. н. /М.Б.Генералов/

Руководитель образовательной
программы к.т.н. /А.С.Соколов/

1. Цели освоения дисциплины

Основная цель дисциплины «Теория упругости и пластичности» — дать студентам необходимые основные знания и профессиональные навыки в области расчетов конструкций и элементов конструкций технологического оборудования.

Основными **задачами** дисциплины являются: получить необходимые представления о работе основных видов конструкций и их расчетных схемах, освоить методы расчета и оценки плоских и пространственных элементов строительных конструкций на прочность, жесткость и устойчивость, изучить общие методы определения напряжений, деформаций и перемещений в элементах конструкций любой формы, а так же оценить точность полученных в сопротивлении материалов приближенных решений.

2. Место дисциплины в структуре ОП бакалавра

Дисциплина относится к части цикла дисциплин по выбору блока Б1 ОП бакалавра.

Изучение дисциплины базируется на дисциплинах «Физика», «Процессы и аппараты отрасли», «Теория упругости и пластичности».

Дисциплина обеспечивает изучение дисциплин: «Аппараты химических, нефтехимических и биотехнологических производств», «Ремонт и монтаж оборудования».

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

В результате освоения дисциплины (модуля) у обучающихся формируются следующие компетенции и должны быть достигнуты следующие результаты обучения как этап формирования соответствующих компетенций:

Код компетенции	**В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать**	**Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине**
ПК-9	- умением применять методы контроля качества изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности, проводить анализ причин нарушений технологических процессов и разрабатывать мероприятия по их предупреждению	**знать:** - основные методы контроля качества изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности; **уметь:** - проводить анализ причин нарушений технологических процессов и разрабатывать мероприятия по их предупреждению; **владеть:** - методами и навыками оценки контроля качества изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности.
	- умением проверять	**знать:**

ПК-13	техническое состояние и остаточный ресурс технологического оборудования, организовывать профилактический осмотр и текущий ремонт технологических машин и оборудования	- методы расчета остаточного ресурса технологического оборудования; **уметь:** - проверять техническое состояние и остаточный ресурс технологического оборудования **владеть:** - навыками проверки технического состояния и остаточного ресурса технологического оборудования, навыками проведения профилактического осмотра и ремонта оборудования .

4. Структура и содержание дисциплины.

Общая трудоемкость дисциплины составляет **3** зачетные единиц, т.е. **108** академических часа, которые включают аудиторную работу (лекции, практические и семинарские занятия), а также самостоятельную работу студентов. Форма контроля – зачет.

Структура и содержание дисциплины «Теория упругости и пластичности» по срокам и видам работы отражены в Приложении 1.

Содержание разделов дисциплины.

А. Введение. Теория деформированного состояния.

Цели и задачи курса. Математическая модель деформируемого твердого тела. Тензор деформации. Соотношения Коши. Преобразование компонент тензора деформации при повороте осей координат. Главные деформации и инварианты тензора деформации. Условия совместности деформации. Определение перемещений через компоненты тензора деформаций.

Б. Теория напряженного состояния.

Внешние и внутренние силы. Вектор и тензор напряжений. Дифференциальные уравнения равновесия. Граничные условия. Главные напряжения и инварианты тензора напряжений. Поверхность напряжений.

В. Соотношения между компонентами тензора деформации и компонентами тензора напряжений.

Упругий потенциал и дополнительная работа. Обобщенный закон Гука. Упругие постоянные и различные формулы закона Гука для изотропного тела. Удельная потенциальная энергия линейно-упругого тела. Формулы Грина, Кастильяно, Клапейрона, Бетти.

Г. Основные уравнения и задачи теории упругости.

Полная система уравнений теории упругости. Прямая и обратная задачи. Уравнения упругого равновесия в перемещениях. Общее решение уравнений в перемещениях. Основные уравнения в напряжениях. Полуобратный метод Сен-Венана.

Д. Общие теоремы и вариационные принципы.

Теорема о единственности решения задач теории упругости. Теоремы Клапейрона, Лагранжа, Кастильяно, Бетти. Принцип минимума дополнительной работы. Полный функционал статики линейно-упругого тела.

Е. Плоская задача теории упругости.

Плоская деформация. Плоское напряженное состояние. Функция напряжений. Перемещения в плоской задаче. Механический смысл функции Эри и граничные условия для нее. Теорема Леви-Митчелла. Представление бигармонической функции. Плоская задача в декартовых и

полярных координатах. Комплексная функция напряжений. Формулы Колосова-Мусхелишвили. Общее решение основной задачи для бесконечной плоскости с отверстием. Задача Кирша. Концентрация напряжений на концах прямолинейной щели. Вариационная постановка плоской задачи.

Ж. Основы теории пластичности и ползучести.

Упругопластическое и жесткопластическое тело. Принцип максимума и постулат Друкера. Диссипативная функция. Задача теории идеальной пластичности. Теорема единственности. Экстремальные свойства предельных состояний текучести. Условие неупругости для несжимаемого материала. Изотропное тело. Простые решения. Задача Прандтля. Линии разрыва. Применение экстремальных принципов к задаче о плоской деформации. Теория течения, постулат Друкера, общие уравнения. Границы применимости деформированной теории. Испытание на ползучесть. Кривые ползучести. Зависимость от напряжения и температуры. Простейшие задачи неупругости.

5. Образовательные технологии.

Методика преподавания дисциплины «Теория упругости и пластичности» и реализация компетентностного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование следующих активных и интерактивных форм проведения групповых, индивидуальных, аудиторных занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся:

– подготовка, представление и обсуждение презентаций на семинарских занятиях;

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

– проведение интерактивных занятий по процедуре подготовки к интернет-тестированию на сайтах: *i-exam.ru, fepo.ru;*

– использование интерактивных форм текущего контроля в форме аудиторного и внеаудиторного интернет-тестирования;

– проведение мастер-классов экспертов и специалистов по методам и средствам измерений, испытаний и контроля.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определен главной целью образовательной программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием дисциплины «Теория упругости и пластичности» и в целом по дисциплине составляет 50% аудиторных занятий.

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

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

- устный опрос студентов;
- рефераты;
- контроль знаний при помощи тестов.

Варианты контрольных вопросов для проведения зачета приведены в приложении 2.

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

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

В результате освоения дисциплины (модуля) формируются следующие компетенции:

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать
ПК-9	- умением применять методы контроля качества изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности, проводить анализ причин нарушений технологических процессов и разрабатывать мероприятия по их предупреждению;
ПК-13	- умением проверять техническое состояние и остаточный ресурс технологического оборудования, организовывать профилактический осмотр и текущий ремонт технологических машин и оборудования;

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

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

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

ПК-9 - умение применять методы контроля качества изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности, проводить анализ причин нарушений технологических процессов и разрабатывать мероприятия по их предупреждению;				
Показатель	**Критерии оценивания**			
	2	**3**	**4**	**5**
знать: - основные методы контроля качества изделий и объектов в сфере профессио-	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: основных методов	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: основных методов контроля качества изделий и объектов	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: основных методов контроля качества изделий	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: основных методов контроля качества

нальной деятельности	контроля качества изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности;	в сфере профессиональной деятельности. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.	и объектов в сфере профессиональной деятельности; но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.	изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности; свободно оперирует приобретенными знаниями.
уметь: - проводить анализ причин нарушений технологических процессов и разрабатывать мероприятия по их предупреждению;	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: умения проводить анализ причин нарушений технологических процессов и разрабатывать мероприятия по их предупреждению;	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: умения проводить анализ причин нарушений технологических процессов и разрабатывать мероприятия по их предупреждению. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: умения проводить анализ причин нарушений технологических процессов и разрабатывать мероприятия по их предупреждению; но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: умения проводить анализ причин нарушений технологических процессов и разрабатывать мероприятия по их предупреждению; свободно оперирует приобретенными знаниями.
владеть: - методами и навыками оценки	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие	Обучающийся демонстрирует полное соответствие

контроля качества изделий и объектов в сфере профессио-нальной деятельности	соответствие следующих знаний: методов и навыков оценки контроля качества изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности,	следующих знаний: методов и навыков оцеки контроля качества изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.	следующих знаний: методов и навыков оценки контроля качества изделий и объек-тов в сфере про-фессиональной деятельности; но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.	следующих знаний: методов и навыков оценки контроля качества изделий и объек-тов в сфере про-фессиональной деятельности; свободно оперирует приобретенными знаниями.
ПК-13 - умение проверять техническое состояние и остаточный ресурс технологического оборудования, организовывать профилактический осмотр и текущий ремонт технологических машин и оборудования				
знать: - методы расчета остаточного ресурса технологическ ого оборудовани я;	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: методы расчета остаточного ресурса технологического оборудования;	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: методы расчета остаточного ресурса технологического оборудования; Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: методы расчета остаточного ресурса технологического оборудования; ; но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: методы расчета остаточного ресурса технологического оборудования; свободно оперирует приобретенными знаниями.

		переносе на новые ситуации.		
уметь: - проверять техническое состояние и остаточный ресурс технологического оборудования	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: оценки технического состояния и остаточного ресурса технологического оборудования, организации профилактического осмотра и текущего ремонта технологических машин и оборудования;	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: умения проверять техническое состояние и остаточный ресурс технологического оборудования, организовывать профилактический осмотр и текущий ремонт технологических машин и оборудования. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: умения проверять техническое состояние и остаточный ресурс технологического оборудования, организовывать профилактический осмотр и текущий ремонт технологических машин и оборудования; но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: умения проверять техническое состояние и остаточный ресурс технологического оборудования, организовывать профилактический осмотр и текущий ремонт технологических машин и оборудования; свободно оперирует приобретенными знаниями.
владеть: - навыками проверки технического состояния и остаточного ресурса технологического оборудования, навыками проведения профилактического	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: - навыков проверки технического состояния и остаточного ресурса технологического оборудования, навыками прове-	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: навыков проверки технического состояния и остаточного ресурса технологического оборудования, навыками проведения профилактическо-	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: - навыков проверки технического состояния и остаточного ресурса технологического оборудования, навыками проведения профилактическо-	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: навыков проверки технического состояния и остаточного ресурса технологического оборудования, навыками

осмотра и ремонта оборудования .	дения профилактического осмотра и ремонта оборудования,	го осмотра и ремонта оборудования. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.	го осмотра и ремонта оборудования; но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.	проведения профилактического осмотра и ремонта оборудования; свободно оперирует приобретенными знаниями.

Шкалы оценивания результатов промежуточной аттестации и их описания.

Форма промежуточной аттестации: зачет.

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

К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Теория упругости и пластичности» (выполнили все расчетные работы, связанные с оценкой вероятности безотказной работы технических систем на разных этапах проектирования и эксплуатации, написали рефераты, прошли тестирование.)

Шкала оценивания	**Описание**
Зачтено	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Не зачтено	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

Фонды оценочных средств представлены в приложении 2 к рабочей программе.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

А) основная литература:

1. Г.Ф.Верзаков, Н.В.Киншт, В.И.Рабинович, Л.С.Тимонен. Введение в техническую диагностику. – М.: Энергия, 1968. – 224 с.
2. Технические средства диагностирования: Справочник / В.В.Клюев, П.П.Пархоменко, и др.; под общей редакцией В.В.Клюева – М.: Машиностроение, 1989. – 672 с.

Б) дополнительная литература:

1.Шубин В.С. Надежность оборудования химических производств. Учебное пособие. – М.: МИХМ, 1992. – 100 с.

в) программное обеспечение и интернет-ресурсы:

Программное обеспечение не предусмотрено.

Интернет-ресурсы включают учебно-методические материалы в электронном виде, представленные на сайте http://mospolytech.ru в разделе «Библиотека».

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины.

Проведение лекций осуществляется в общеуниверситетских аудиториях, где по возможности можно предусмотреть демонстрацию фильмов, слайдов или использовать раздаточные материалы. Занятия проводятся в аудиториях: 4407-4410.

9. Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа является одним из видов получения образования обучающимися и направлена на:

- изучение теоретического материала, подготовку к лекционным и семинарским (практическим) занятиям
- выполнение контрольных заданий
- подготовка к тестированию с использованием общеобразовательного портала
- написание и защита реферата по предложенной теме.

Самостоятельная работа студентов представляет собой важнейшее звено учебного процесса, без правильной организации которого обучающийся не может быть высококвалифицированным выпускником.

Студент должен помнить, что проводить самостоятельные занятия следует регулярно. Очень важно приложить максимум усилий, воли, чтобы заставить себя работать с полной нагрузкой с первого дня.

Не следует откладывать работу также из-за нерабочего настроения или отсутствия вдохновения. Настроение нужно создавать самому. Понимание необходимости выполнения работы, знание цели, осмысление перспективы благоприятно влияют на настроение.

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

Важно полнее учесть обстоятельства своей работы, уяснить, что является главным на данном этапе, какую последовательность работы выбрать, чтобы выполнить ее лучше и с наименьшими затратами времени и энергии.

Для плодотворной работы немаловажное значение имеет обстановка, организация рабочего места. Нужно добиться, чтобы место работы по возможности было постоянным. Работа на привычном месте делает ее более плодотворной. Продуктивность работы зависит

от правильного чередования труда и отдыха. Поэтому каждые час или два следует делать перерыв на 10-15 минут. Выходные дни лучше посвятить активному отдыху, занятиям спортом, прогулками на свежем воздухе и т.д. Даже переключение с одного вида умственной работы на другой может служить активным отдыхом.

Студент должен помнить, что в процессе обучения важнейшую роль играет самостоятельная работа с книгой. Научиться работать с книгой – важнейшая задача студента. Без этого навыка будет чрезвычайно трудно изучать программный материал, и много времени будет потрачено нерационально. Работа с книгой складывается из умения подобрать необходимые книги, разобраться в них, законспектировать, выбрать главное, усвоить и применить на практике.

10. Методические рекомендации для преподавателя

Основным требованием к преподаванию дисциплины является творческий, проблемно-диалоговый подход, позволяющий повысить интерес студентов к содержанию учебного материала.

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

Основу учебных занятий по дисциплине составляют лекции. В процессе обучения студентов используются различные виды учебных занятий (аудиторных и внеаудиторных): лекции, семинарские занятия, консультации и т.д. На первом занятии по данной учебной дисциплине необходимо ознакомить студентов с порядком ее изучения, раскрыть место и роль дисциплины в системе наук, ее практическое значение, довести до студентов требования кафедры, ответить на вопросы.

При подготовке к лекционным занятиям по курсу «Теория упругости и пластичности» необходимо продумать план его проведения, содержание вступительной, основной и заключительной части лекции, ознакомиться с новинками учебной и методической литературы, публикациями периодической печати по теме лекционного занятия, определить средства материально-технического обеспечения лекционного занятия и порядок их использования в ходе чтения лекции. Уточнить план проведения практического занятия по теме лекции.

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

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

В основной части лекции следует раскрывать содержание учебных вопросов, акцентировать внимание студентов на основных категориях, явлениях и процессах, особенностях их протекания. Раскрывать сущность и содержание различных точек зрения и научных подходов к объяснению тех или иных явлений и процессов. Следует аргументировано обосновать собственную позицию по спорным теоретическим вопросам. Приводить примеры. Задавать по ходу изложения лекционного материала риторические вопросы и самому давать на них ответ. Это способствует активизации мыслительной

деятельности студентов, повышению их внимания и интереса к материалу лекции, ее содержанию.

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

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

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

Изучение дисциплины завершается зачетом или экзаменом.

Приложение 1 к
рабочей программе

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯРОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ

УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Направление подготовки: 15.03.02 «Технологические машины и оборудование»
ОП (профиль): «Разработка и маркетинг технологического оборудования»

Форма обучения: очная, очно-заочная
Вид профессиональной деятельности: (В соответствии с ФГОС ВО)

Кафедра: «Аппаратурное оформление и автоматизация технологических производств»

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Теория упругости и пластичности

Состав: 1. Паспорт фонда оценочных средств

2. Описание оценочных средств:
Вопросы к зачету

Темы рефератов

Составитель:

Даниленко Н.В.

Москва, 2021 г.

Таблица 1

ПОКАЗАТЕЛЬ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

Дисциплина «Теория упругости и пластичности»					
ФГОС ВО 15.03.02 – «Технологические машины и оборудование»					
В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие профессиональные компетенции					
Компетенции		Перечень компонентов	Технология формирования компетенции	Форма оценочного средства	Степени уровней освоения компетенции
Индекс	Формулировка				
ПК-9	Умение применять методы контроля качества изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности, проводить анализ причин нарушений технологических процессов и разрабатывать мероприятия по их предупреждению;	**знать:** - основные методы контроля качества изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности; **уметь:** - проводить анализ причин нарушений технологических процессов и разрабатывать мероприятия по их предупреждению; **владеть:** - методами и навыками оценки контроля качества изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности.	лекции, самостоятельная работа, семинарские занятия	ДИ, УО	**Базовый уровень:** воспроизводство полученных знаний в ходе текущего контроля **Повышенный уровень:** практическое применение полученных знаний в процессе подготовки к семинарам, к выступлению с докладом, к лабораторным работам
ПК-13	- умением проверять техническое состояние и остаточный ресурс технологического оборудования, организовывать профилактический	**знать:** - методы расчета остаточного ресурса технологического оборудования; **уметь:** - проверять техническое состояние и остаточный ресурс технологического оборудования	лекции, самостоятельная работа, семинарские занятия	ДИ, УО	**Базовый уровень:** воспроизводство полученных знаний в ходе текущего контроля **Повышенный уровень:** практическое применение полученных знаний в процессе подготовки к

	осмотр и текущий ремонт технологических машин и оборудования	**владеть:** - навыками проверки технического состояния и остаточного ресурса технологического оборудования, навыками проведения профилактического осмотра и ремонта оборудования .			семинарам, к выступлению с докладом, к лабораторным работам
ПК-16	Умение применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий.	**знать:** - основные методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показаний используемых материалов и готовых изделий; **уметь:** - применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий; **владеть:** - методами стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий.	лекции, самостоятельная работа, семинарские занятия	ДИ, УО	**Базовый уровень:** воспроизводство полученных знаний в ходе текущего контроля **Повышенный уровень:** практическое применение полученных знаний в процессе подготовки к семинарам, к выступлению с докладом, к лабораторным работам

**- Сокращения форм оценочных средств см. в приложении 2 к РП.

Приложение 2
к рабочей программе

Перечень оценочных средств по дисциплине
Теория упругости и пластичности

№ ОС	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Круглый стол, дискуссия, полемика, диспут, дебаты	Оценочные средства, позволяющие включить обучающихся в процесс обсуждения спорного вопроса, проблемы и оценить их умение аргументировать собственную точку зрения.	Перечень дискуссионных тем для проведения круглого стола, дискуссии, полемики, диспута, дебатов
2	Устный опрос собеседование, (УО)	Средство контроля, организованное как специальная беседа педагогического работника с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.	Вопросы по темам/разделам дисциплины

Приложение 3.

Структура и содержание дисциплины «Теория упругости и пластичности»
по направлению подготовки 15.03.02 – «Технологические машины и оборудование» (бакалавр), очно

n/n	Раздел	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость в часах					Виды самостоятельной работы студентов					Формы аттестации	
				Л	П/С	Лаб	СРС	КСР	К.Р.	К.П.	РГР	Реферат	К/р	Э	З
1	**Введение. Теория деформированного состояния.** Цели и задачи курса. Математическая модель деформируемого твердого тела. Тензор деформации. Соотношения Коши. Преобразование компонент тензора деформации при повороте осей координат. Главные деформации и инварианты тензора деформации. Условия совместности деформации. Определение перемещений через компоненты тензора деформаций.	8	1-2	3	3		+								
2	**Теория напряженного состояния.** Внешние и внутренние силы. Вектор и тензор напряжений. Дифференциальные уравнения равновесия. Граничные условия. Главные напряжения и	8	3-6	6	6		+								

	инварианты тензора напряжений. Поверхность напряжений.														
3	**Соотношения между компонентами тензора деформации и компонентами тензора напряжений.** Упругий потенциал и дополнительная работа. Обобщенный закон Гука. Упругие постоянные и различные формулы закона Гука для изотропного тела. Удельная потенциальная энергия линейно-упругого тела. Формулы Грина, Кастильяно, Клапейрона, Бетти.	8	7-10	6	6		+								
4	**Основные уравнения и задачи теории упругости.** Полная система уравнений теории упругости. Прямая и обратная задачи. Уравнения упругого равновесия в перемещениях. Общее решение уравнений в перемещениях. Основные уравнения в напряжениях. Полуобратный метод Сен-Венана. **Общие теоремы и вариационные принципы.** Теорема о единственности решения задач теории упругости.	8	11-14	6	6		+								

	Теоремы Клапейрона, Лагранжа, Кастильяно, Бетти. Принцип минимума дополнительной работы. Полный функционал статики линейно-упругого тела.														
5	**Плоская задача теории упругости.** Плоская деформация. Плоское напряженное состояние. Функция напряжений. Перемещения в плоской задаче. Механический смысл функции Эри и граничные условия для нее. Теорема Леви-Митчелла. Представление бигармонической функции. Плоская задача в декартовых и полярных координатах. Комплексная функция напряжений. Формулы Колосова-Мусхелишвили. Общее решение основной задачи для бесконечной плоскости с отверстием. Задача Кирша. Концентрация напряжений на концах прямолинейной щели. Вариационная постановка плоской задачи. **Основы теории пластичности и ползучести.** Упругопластическое и жесткопластическое тело. Принцип максимума и постулат	8	15-18	6	6		+								

	Друкера. Диссипативная функция. Задача теории идеальной пластичности. Теорема единственности. Экстремальные свойства предельных состояний текучести. Условие неупругости для несжимаемого материала. Изотропное тело. Простые решения. Задача Прандтля. Линии разрыва. Применение экстремальных принципов к задаче о плоской деформации. Теория течения, постулат Друкера, общие уравнения. Границы применимости деформированной теории. Испытание на ползучесть. Кривые ползучести. Зависимость от напряжения и температуры. Простейшие задачи неупругости.														
	Форма аттестации														Зач.
	Всего часов по дисциплине.			27	27		54								

Структура и содержание дисциплины «Теория упругости и пластичности»
по направлению подготовки 15.03.02 – «Технологические машины и оборудование» (бакалавр), очно-заочно

n/n	Раздел	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость в часах					Виды самостоятельной работы студентов					Формы аттестации	
				Л	П/С	Лаб	СРС	КСР	К.Р.	К.П.	РГР	Реферат	К/р	Э	З
1	**Введение. Теория деформированного состояния.** Цели и задачи курса. Математическая модель деформируемого твердого тела. Тензор деформации. Соотношения Коши. Преобразование компонент тензора деформации при повороте осей координат. Главные деформации и инварианты тензора деформации. Условия совместности деформации. Определение перемещений через компоненты тензора деформаций.	8	1-6	9	3		+								
2	**Теория напряженного состояния.** Внешние и внутренние силы. Вектор и тензор напряжений. Дифференциальные уравнения равновесия. Граничные	8	7-12	9	3		+								

	условия. Главные напряжения и инварианты тензора напряжений. Поверхность напряжений.														
3	**Соотношения между компонентами тензора деформации и компонентами тензора напряжений.** Упругий потенциал и дополнительная работа. Обобщенный закон Гука. Упругие постоянные и различные формулы закона Гука для изотропного тела. Удельная потенциальная энергия линейно-упругого тела. Формулы Грина, Кастильяно, Клапейрона, Бетти.	8	13-18	9	3		+								
	Форма аттестации														Зач.
	Всего часов по дисциплине в 8 семестре			27	9		27								
4	**Основные уравнения и задачи теории упругости.** Полная система уравнений теории упругости. Прямая и обратная задачи. Уравнения упругого равновесия в перемещениях. Общее решение уравнений в перемещениях. Основные уравнения в напряжениях. Полуобратный метод Сен-Венана. **Общие теоремы и вариационные принципы.** Теорема о единственности	8	1-9	5	4		+								

	решения задач теории упругости. Теоремы Клапейрона, Лагранжа, Кастильяно, Бетти. Принцип минимума дополнительной работы. Полный функционал статики линейно-упругого тела.														
5	**Плоская задача теории упругости.** Плоская деформация. Плоское напряженное состояние. Функция напряжений. Перемещения в плоской задаче. Механический смысл функции Эри и граничные условия для нее. Теорема Леви-Митчелла. Представление бигармонической функции. Плоская задача в декартовых и полярных координатах. Комплексная функция напряжений. Формулы Колосова-Мусхелишвили. Общее решение основной задачи для бесконечной плоскости с отверстием. Задача Кирша. Концентрация напряжений на концах прямолинейной щели. Вариационная постановка плоской задачи. **Основы теории пластичности и ползучести.** Упругопластическое и жесткопластическое тело.	8	10-18	4	5		+								

	Принцип максимума и постулат Друкера. Диссипативная функция. Задача теории идеальной пластичности. Теорема единственности. Экстремальные свойства предельных состояний текучести. Условие неупругости для несжимаемого материала. Изотропное тело. Простые решения. Задача Прандтля. Линии разрыва. Применение экстремальных принципов к задаче о плоской деформации. Теория течения, постулат Друкера, общие уравнения. Границы применимости деформированной теории. Испытание на ползучесть. Кривые ползучести. Зависимость от напряжения и температуры. Простейшие задачи неупругости.														
	Форма аттестации														Зач.
	Всего часов по дисциплине в 9 семестре			9	9		27								
	Всего часов по дисциплине – 3 з.е.			36	18		54								

Приложение 4

ВОПРОРСЫ ПО КУРСУ
«Теория упругости и пластичности»
для самоподготовки к зачету и устному опросу

Вопросы
Математическая модель деформируемого твердого
Тензор деформаций
Тензор напряжений
Соотношение Коши
Преобразование тензора при повороте осей
Обобщенный закон Гука
Главные напряжения и инварианты тензора напряжений
Главные деформации и инварианты тензора деформаций
Упругий потенциал и дополнительная работа
Удельная потенциальная энергия упругого тела
Формулы Грина, Костильяно, Клайперона, Бетти;
Прямая и обратная задача теории упругости
Основные уравнения теории упругости в напряжениях
Полуобратный метод Сен-Венана
Теоремы Клайперона, Лагранжа, Кастильяно, Бетти
Плоское напряженное состояние и деформация
Функция Эри и граничные условия. Теоремы Леви-Митчела
Формулы Колосова-Мусхелишвили
Задача Кирша
Вариационная постановка плоской задачи
Концентрация напряжений на концах прямолинейной щели
Упругопластическое и жесткопластическое тело
Постулат Друкера
Задача теории идеальной пластичности
Экстремальные свойства предельных состояний текучести
Задача Прандтля
Теория течения
Границы применимости деформированной теории
Кривые ползучести, испытания на ползучесть
Зависимость текучести от напряжения и температуры
Напряженное состояние в точке упругого тела задано следующим тензором напряжений (*МПа*): $T_0 = \begin{vmatrix} 140 & 100 & 40 \\ 100 & 60 & 5 \\ 40 & 50 & 100 \end{vmatrix}$. Определить главные напряжения и проверить правильность их нахождения. Определить положение главных площадок (вычислить направляющие косинусы нормалей к этим площадкам)