


Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Псковский государственный университет»
(ПсковГУ)

Передовая инженерная школа гибридных технологий в станкостроении
Союзного государства



СОГЛАСОВАНО

Руководитель Передовой
инженерной школы гибридных
технологий в станкостроении
Союзного государства

 Д.В. Гринёв
«28» ноября 2023 г.

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе



 А.А. Серебрякова
«28» ноября 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.03.01 Численные методы механики

Направление подготовки
15.03.02 Технологические машины и оборудование

Профиль ОПОП ВО
«Инжиниринг технологического оборудования»

Форма обучения – очная

Квалификация выпускника – бакалавр

Псков
2023

Программа рассмотрена и рекомендована к утверждению на заседании отделения инженерных технологий образовательного департамента Передовой инженерной школы гибридных технологий в станкостроении Союзного государства, протокол от «15» ноября 2023 г. № 6.

Заведующий отделением
инженерных технологий образовательного департамента
Передовой инженерной школы гибридных технологий
в станкостроении Союзного государства



Е.А. Евгеньева

«15» ноября 2023 г.

Обновление рабочей программы дисциплины

На 20___ / 20___ учебный год:

рабочая программа дисциплины обновлена в соответствии с решением заседания отделения инженерных технологий образовательного департамента Передовой инженерной школы гибридных технологий в станкостроении Союзного государства, протокол от _____ 20___ г. №___

На 20___ / 20___ учебный год:

рабочая программа дисциплины обновлена в соответствии с решением заседания отделения инженерных технологий образовательного департамента Передовой инженерной школы гибридных технологий в станкостроении Союзного государства, протокол от _____ 20___ г. №___

На 20___ / 20___ учебный год:

рабочая программа дисциплины обновлена в соответствии с решением заседания отделения инженерных технологий образовательного департамента Передовой инженерной школы гибридных технологий в станкостроении Союзного государства, протокол от _____ 20___ г. №___

1. Цели и задачи дисциплины

Целью изучения дисциплины Б1.В.03.01 Численные методы механики является формирование у студентов знаний и навыков в области виртуальных компьютерных испытаний машиностроительных конструкций различными видами силовых нагрузений.

Дисциплина описывает базовые представления о виртуальных испытаниях машин и конструкций в рамках САПР, о видах испытаний и их областях применения. Учебная дисциплина передает знания о применяемых для этого численных методах механики, о реализации этих методов в САЕ- пакетах, являющихся важной частью САПР. Учебная дисциплина рассматривает ведущий численный метод – метод конечных элементов (МКЭ), процедуру МКЭ – анализа, его возможности, круг решаемых задач и практическую важность для обеспечения эффективности САПР-процесса.

Задачами дисциплины являются:

- усвоение студентами базовых знаний и понятий в области виртуальных компьютерных испытаний,
- ознакомление с методом конечных элементов,
- обучение студентов последовательности решения прочностных задач с помощью численно-математического моделирования,
- обеспечение формирования навыков анализа результатов виртуальных испытаний и оптимизации машиностроительных конструкций.

2. Место дисциплины в структуре учебного плана

Дисциплина Б1.В.03.01 Численные методы механики относится к к части, формируемая участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины (модули)», модуль: Сетевой, основной профессиональной образовательной программы высшего образования (ОПОП ВО) направления подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование, профиль «Инжиниринг технологического оборудования».

Дисциплина Б1.В.03.01 Численные методы механики реализуется на 2 курсе в 4 семестре.

Дисциплина имеет содержательно-методическую связь с дисциплинами Б1.О.04.07 Соппротивление материалов, Б1.О.04.06 Теоретическая механика, Б1.О.04.04 Начертательная геометрия и инженерная графика, Б1.О.04.02 Высшая математика, Б1.О.04.09 Детали машин.

Знания, полученные при изучении дисциплины Б1.В.03.01 Численные методы механики, используются при изучении дисциплин Б1.В.02.01 Проектная деятельность в профессиональной сфере, Б1.В.03.02 Конструирование и расчет станков, а также выполнении студентами курсовых проектов, научно-исследовательских работ, выпускной квалификационной работы.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

3.1. Перечень осваиваемых компетенций

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование, утвержденного приказом Минобрнауки России от 09.08.2021 № 728, и учебным планом по ОПОП ВО профиль подготовки «Инжиниринг технологического оборудования» направления подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование, процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Код профессиональной компетенции (ПК)	Наименование профессиональной компетенции выпускника, закрепленной за дисциплиной в учебном плане в соответствии с действующим профессиональным стандартом
ПК-1	Способен выполнять работы по моделированию продукции и объектов машиностроительных производств с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования

3.2. Планируемые результаты обучения

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами достижения компетенций:

Код и наименование профессиональной компетенции выпускника (ПК)	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции (ИПК)
ПК-1. Способен выполнять работы по моделированию продукции и объектов машиностроительных производств с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования	ИПК 1.1. Знает: основные принципы работы в современных CAD-, CAE-, CAPP –системах; современные CAD-, CAE-системы, их функциональные возможности для проектирования геометрических 2D- и 3D-моделей машиностроительных изделий и конструкторских расчетов, для моделирования физических явлений, возникающих при реализации технологических процессов изготовления машиностроительных изделий
	ИПК 1.2. Умеет: использовать CAD- и CAPP-системы для оформления технологической документации на технологические процессы изготовления машиностроительных изделий; использовать CAPP-системы для расчета норм расхода материалов, инструментов, энергии в технологических операциях изготовления машиностроительных изделий средней сложности
	ИПК 1.3. Владеет: навыками разработки с применением CAD-, CAPP-систем унифицированных конструкторско-технологических решений; моделирования продукции с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования. Имеет практический опыт по внесению с применением CAD-, CAPP-, PDM-систем изменений в технологические процессы изготовления машиностроительных изделий средней сложности и документацию на них

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общий объем дисциплины составляет: 3 зачетные единицы,
108 академических часов.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр
		4
Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам занятий)	38	38
В том числе:	-	-
Лекции, из них:	14	14
с использованием ЭО и ДОТ (при наличии)	-	-
практическая подготовка (при наличии)	-	-
Практические / семинарские занятия, из них:	24	24
с использованием ЭО и ДОТ (при наличии)	-	-
практическая подготовка (при наличии)	-	-
Лабораторные работы, из них:	-	-
с использованием ЭО и ДОТ (при наличии)	-	-
практическая подготовка (при наличии)	-	-

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр
		4
Другие виды контактной работы (консультации по выполнению курсового проекта (работы), консультации и контроль выполнения самостоятельной работы студента и т.п.), из них	-	-
в виде практической подготовки	-	-
Самостоятельная работа (всего)	69,85	69,85
В том числе:	-	-
Курсовой проект (работа)	-	-
Расчетно-графические работы	-	-
Реферат	-	-
<i>Другие виды самостоятельной работы (контрольные, домашние задания, и т.п.)</i>	69,85	69,85
в виде практической подготовки	-	-
Промежуточная аттестация в форме экзамена (всего)	0,15	0,15
в т.ч. контактная работа обучающегося с преподавателем: – зачет	0,15	0,15
Общий объём дисциплины: часов зач. ед.	108	108
	3	3
в т.ч. контактная работа обучающегося с преподавателем в ходе освоения дисциплины	38,15	38,15

5. Содержание дисциплины

5.1. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Раздел(ы) онлайн-курса(ов)
1.	Место численных методов механики в современном процессе проектирования	Численные методы механики и современный процесс проектирования. Общее представление о САПР (PLM). CAD/CAM/CAE – модули. Понятие о CAE, как о пакете виртуального испытания машин и конструкций. CAE как место применения численных методов	-
2.	Виды виртуальных испытаний численными методами механики	Виды виртуальных испытаний. Применение их в различных областях машиностроения. Используемые численные методы. Прочностной софт, кинематический софт, софт для задач гидродинамики, софт для теплового анализа, софт для анализа заполнения литейных форм, софт для анализа горячей объемной и холодной листовой штамповки, софт для анализа быстрых и ударных процессов, акустический софт и т.д.	-
3.	Прочностной софт в современном машиностроении и метод конечных	Понятие о самом распространенном средстве виртуальных испытаний - методе конечных элементов (МКЭ). Его возможности и эффективность. Основные этапы МКЭ-	-

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Раздел(ы) онлайн- курса(ов)
	элементов. Виды конечно-элементных расчетов	<p>анализа.</p> <p>Виды прочностных расчетов, осуществляемых с помощью МКЭ:</p> <ul style="list-style-type: none"> – статический линейный и нелинейный анализ, в том числе пластическое течение, большие деформации, контактные задачи, термоупругие задачи; – модальный анализ; – гармонический анализ; – анализ переходных процессов; – анализ на потерю устойчивости 	
4.	Конечные элементы и процедура МКЭ-моделирования	<p>Идея конечного элемента. Виды конечных элементов – балочные, оболочечные, объемные, точечные пружинные, контактные, элементы связи. Области их применения. Сетка конечных элементов. Процедура конечно-элементных вычислений. Построение матрицы жесткости и вектора сил. Решение системы уравнений и нахождение вектора перемещений. Вычисление напряженно-деформированного состояния испытываемой модели</p>	-
5.	Строение конечно-элементного вычислительного пакета	<p>Строение конечно-элементного пакета. Геометрическое ядро, мешеры, сольверы, препроцессоры, постпроцессоры. Современные конечно-элементные пакеты. (ANSYS, NASTRAN и т.д.)</p>	-
6.	Процедура МКЭ-моделирования для статического анализа	<p>Основные этапы построения расчетной МКЭ-модели. Выбор материала модели, моделируемые свойства, управление ими. Закрепление и нагружение МКЭ-модели. Виды закреплений и особенности их применения. Виды нагружения модели: сосредоточенные, распределенные, удаленные силы, давление, давление, сила тяжести, термическая нагрузка. Приемы их применения. Управление сеткой конечных элементов. Сгущение и разрежение сетки. Правила и приемы упрощения МКЭ-модели</p>	-
7.	Получение напряженно-деформированного состояния (н.д.с.) конструкции и его анализ	<p>Вычисление напряженно-деформированного состояния (н.д.с.) для МКЭ-модели. Подходы к его анализу. Основные показатели н.д.с. – эквивалентное напряжение по Мизесу, главные напряжения, накопленная деформация. Критерии прочности, жесткости и оценка несущей способности конструкции. Анализ концентраторов напряжений. Приемы их ослабления. Выделение</p>	-

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Раздел(ы) онлайн- курса(ов)
		критичных по жесткости участков конструкции. Разработка и проверка приемов усиления конструкций без существенного увеличения их материалоемкости	
8.	Организация модального и гармонического анализа машиностроительных конструкций	Модальный анализ. Смысл и назначение расчетов. Особенности закрепления модели. Интерпретация результатов, оценка обнаруженных резонансов. Гармонический анализ. Назначение и актуальность расчетов. Диапазон расчетных частот нагружения. Демпфирование. Особенности закрепления и нагружения модели. Интерпретация и использование результатов	-
9.	Верификация МКЭ-моделей и результатов решения	Верификация МКЭ-моделей и результатов решения. Тестовые сгущения сетки. Модальные решения на нулевые частоты. Сравнение расчетных результатов с натурными испытаниями	-

5.2. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам занятий), часов				СРС часов	Всего часов
		Лекции	Практ. /семин. занятия	Лаб. занятия	Другие виды контакт ной работы		
1.	Место численных методов механики в современном процессе проектирования	1	-	-	-	8	9
2.	Виды виртуальных испытаний численными методами механики	1	2	-	-	8	11
3.	Прочностной софт в современном машиностроении и метод конечных элементов. Виды конечно-элементных расчетов	1	2	-	-	8	11
4.	Конечные элементы и процедура МКЭ-моделирования	2	4	-	-	8	14
5.	Строение конечно-	2	-	-	-	8	10

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам занятий), часов				СРС часов	Всего часов
		Лекции	Практ. /семин. занятия	Лаб. занятия	Другие виды контакт ной работы		
	элементного вычислительного пакета						
6.	Процедура МКЭ- моделирования для статического анализа	2	4	-	-	8	14
7.	Получение напряженно- деформированного состояния (н.д.с.) конструкции и его анализ	2	4	-	-	8,5	14,5
8.	Организация модального и гармонического анализа машиностроительных конструкций	1,5	4	-		8,2	13,7
9.	Верификация МКЭ- моделей и результатов решения	1,5	4	-	-	7,15	12,65
Зачет		-	-	-	0,15	-	0,15
Итого		14	24	-	0,15	69,85	108
Итого контактная работа		38,15				-	-

6. Лабораторный практикум - не предусмотрен

7. Практические занятия

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий (семинаров)	Часов с ЭО и ДОТ	Всего часов
1.	2	Виды виртуальных испытаний численными методами механики	-	2
2.	3	Прочностной софт в современном машиностроении и метод конечных элементов. Виды конечно-элементных расчетов	-	2
3.	4	Конечные элементы и процедура МКЭ-моделирования	-	4
4.	6	Процедура МКЭ-моделирования для статического анализа	-	4
5.	7	Получение напряженно-деформированного состояния (н.д.с.) конструкции и его анализ	-	4

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий (семинаров)	Часов с ЭО и ДОТ	Всего часов
6.	8	Организация модального и гармонического анализа машиностроительных конструкций	-	4
7.	9	Верификация МКЭ-моделей и результатов решения	-	4

8. Примерная тематика курсовых проектов – не предусмотрена

9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература, в т.ч. из ЭБС:

1. Гателюк О.В. Численные методы: учебное пособие для вузов / О.В. Гателюк, Ш.К. Исмаилов, Н.В. Манюкова. — Москва: Издательство Юрайт, 2023. — 140 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-05894-9. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/513866> (дата обращения: 23.01.2024). — Режим доступа: для авторизир. пользователей.

2. Волков Е.А. Численные методы: учебное пособие для вузов / Е.А. Волков. — 7-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 252 с. — ISBN 978-5-507-44711-4. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/254663> (дата обращения: 15.05.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Численные методы при моделировании технологических машин и оборудования: учебное пособие / Г.В. Алексеев, Б.А. Вороненко, М.В. Гончаров, И.И. Холявин. — Саратов: Вузовское образование, 2014. — 203 с. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/26229.html> (дата обращения: 23.01.2024). — Режим доступа: для авторизир. пользователей.

б) дополнительная литература, в т.ч. из ЭБС:

1. Зализняк В.Е. Основы научных вычислений. Введение в численные методы для физиков и инженеров / Зализняк В.Е. — Москва, Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, Институт компьютерных исследований, 2019. — 264 с. — ISBN 978-5-4344-0764-9. — Текст: электронный // IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/91976.html> (дата обращения: 15.05.2023). — Режим доступа: для авторизир. пользователей.

2. Вагер Б.Г. Численные методы: учебное пособие / Б.Г. Вагер. — Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2017. — 152 с. — ISBN 978-5-9227-0786-2. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/78584.html> (дата обращения: 23.01.2024). — Режим доступа: для авторизир. пользователей.

3. Прикладные численные методы в заготовительном машиностроительном производстве: учебное пособие / П.И. Золотухин, И.М. Володин, Е.П. Карпайтис, А.И. Володин. — Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2012. — 133 с. — ISBN 978-5-88247-536-8. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/22963.html> (дата обращения: 23.01.2024). — Режим доступа: для авторизир. пользователей.

4. Мастяева И.Н. Численные методы: учебное пособие / И.Н. Мастяева, О.Н. Семенихина. — Москва: Евразийский открытый институт, Московский государственный университет экономики, статистики и информатики, 2003. — 241 с. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/11121.html> (дата обращения: 23.01.2024). — Режим доступа: для авторизир. пользователей.

в) перечень информационных технологий:

1. Операционная система: Windows 7 (и выше)
2. Веб-браузеры: Яндекс, Google Chrome, Mozilla Firefox.
3. Прикладные программы: 7-zip, LibreOffice или MS Office, Adobe: Acrobat Reader, DJVU Reader (лицензия GPL).

г) ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

1. <http://elibrary.ru> – Научная электронная библиотека.
2. <https://e.lanbook.com/> – Электронно-библиотечная система издательства Лань
3. <http://www.studentlibrary.ru/> – Электронно-библиотечная система «Консультант студента»
4. <http://www.iprbookshop.ru/> – Электронно-библиотечная система «IPR SMART»
5. <https://urait.ru/> – Электронно-библиотечная система «ЮРАЙТ»

д) перечень ЭО и ДОТ (онлайн-курсов):

При необходимости предусмотрено использование электронного обучения и дистанционных образовательных технологий в системе LMS Moodle (<http://do3.pskgu.ru>).

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

№ п/п	Адрес (местоположение) учебных кабинетов, объектов для проведения практических занятий, объектов физической культуры и спорта	Наименование оборудованных учебных кабинетов, объектов для проведения практических занятий, объектов физической культуры и спорта	Перечень основного оборудования
1.	180000, Псковская область, г. Псков, ул. Л. Толстого, д. 6а, этаж - 1, помещение № 13, площадь 203,5 кв.м	Учебная аудитория № 100 – лекторий для проведения лекционных занятий. Аудитория для инвалидов и лиц с ОВЗ	Учебная мебель, в том числе специализированная учебная мебель для инвалида и лица с ОВЗ; оборудование для организации видеоконференцсвязи (телевизоры – 6 шт., видео камера – 3 шт., акустические колонки – 4 шт., микрофоны – 2 шт., усилитель звука – 1 шт., микшерский пульт – 1 шт.), персональный компьютер преподавателя с подключением к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде университета, светодиодный экран;

№ п/п	Адрес (местоположение) учебных кабинетов, объектов для проведения практических занятий, объектов физической культуры и спорта	Наименование оборудованных учебных кабинетов, объектов для проведения практических занятий, объектов физической культуры и спорта	Перечень основного оборудования
			<p>учебно-наглядные пособия (в электронном виде), обеспечивающие тематические иллюстрации, соответствующие рабочей программе дисциплины.</p> <p>1) Операционная система Windows10 Professional Russian Edition 2) 7-zip (лицензия GPL) 3) Веб-браузер: Яндекс (лицензия GPL) 4) LibreOffice (лицензия LGPL) 5) MS Office 2021 6) Adobe: Acrobat Reader (лицензия EULA) 7) DJVU Reader (лицензия GPL)</p>
2.	180000, Псковская область, г. Псков, ул. Л. Толстого, д. 6а, этаж - 2, помещение № 19, площадь 33,1 кв.м	Учебная аудитория № 209 – компьютерный класс для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, самостоятельной работы	<p>Учебная мебель; 12 компьютеров с подключением к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно- образовательной среде университета комплект лицензионного программного обеспечения: Компьютер Pentium, Манипулятор 3DConnexion SpaceNavigator – 12 шт., Монитор – 12 шт., Мультимедиа проектор.</p> <p>1) Операционная система Windows 7 Pro (подписка Microsoft Imagine Premium АО «СофтЛайн Трейд»</p>

№ п/п	Адрес (местоположение) учебных кабинетов, объектов для проведения практических занятий, объектов физической культуры и спорта	Наименование оборудованных учебных кабинетов, объектов для проведения практических занятий, объектов физической культуры и спорта	Перечень основного оборудования
			<p>Сублицензионный договор №172 от 01.03.2017)</p> <p>2) 7-zip (лицензия GPL)</p> <p>3) Mozilla Firefox (лицензия MOZILLA PUBLIC LICENSE)</p> <p>4) LibreOffice (лицензия LGPL)</p> <p>5) AdobeReader (EULA)</p> <p>6) Google Chrome (Open Source license)</p> <p>7) PyCharm Edu (для вуза) (лицензия Apache)</p> <p>8) SolidWorks Education Edition 200 CAMPUS</p> <p>9) КОМПАС-3DV14</p>
3.	180000, Псковская область, г. Псков, ул. Л. Толстого, д. 6а, этаж - 1, помещение № 40-41, площадь 14,2 кв.м	Учебная аудитория № 100а для проведения самостоятельной работы, индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации для инвалидов и лиц с ОВЗ	<p>Учебная мебель, в том числе специализированная учебная мебель для инвалида и лица с ОВЗ; помещение оснащено персональным компьютером с подключением к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде университета.</p> <p>1) Операционная система Windows7</p> <p>2) Веб-браузеры: Яндекс, Google Chrome, Mozilla Firefox</p> <p>3) LibreOffice</p> <p>4) Adobe Acrobat Reader</p> <p>5) 7-zip</p>
4.	180000, Псковская область, г. Псков, ул. Л. Толстого, д. 4, этаж - 2,	Учебная аудитория № 25 – электронный читальный зал для самостоятельной работы	<p>Учебная мебель;</p> <p>12 компьютеров с подключением к сети «Интернет» и</p>

№ п/п	Адрес (местоположение) учебных кабинетов, объектов для проведения практических занятий, объектов физической культуры и спорта	Наименование оборудованных учебных кабинетов, объектов для проведения практических занятий, объектов физической культуры и спорта	Перечень основного оборудования
	помещение № 11, площадь 63,8 кв.м		<p>обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде университета комплект лицензионного программного обеспечения.</p> <p>1) Windows 7 Pro Russian (OLP NL Academic Edition Legalization Get Genuine, ООО «БалансСофт Проекты» Договор № 1301 от 26.12.2017) - бессрочно 2) 7-zip – свободная лицензия GPL 3) AdobeReader – свободное ПО 4) LibreOffice – свободная лицензия LGPL 5) Mozilla Firefox (Свободная лицензия MOZILLA PUBLIC LICENSE)</p>

11. Методическое обеспечение дисциплины

11.1. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

Для достижения планируемых результатов обучения, в дисциплине Б1.В.03.01 Численные методы механики используются различные образовательные технологии:

- Информационно-развивающие технологии, направленные на овладение большим запасом знаний, запоминание и свободное оперирование ими.
- Деятельностные практико-ориентированные технологии, направленные на формирование системы практических умений при проведении лабораторных работ, обеспечивающих возможность качественно выполнять профессиональную деятельность.
- Используется анализ, выбор метода, в зависимости от объекта исследования в конкретной производственной ситуации и его практическая реализация.
- Развивающие проблемно-ориентированные технологии, направленные на формирование и развитие проблемного мышления, мыслительной активности, способности проблемно мыслить, видеть и формулировать проблемы, выбирать способы и средства для их решения.

- Используются виды проблемного обучения: учебные дискуссии, коллективная мыслительная деятельность в группах при выполнении практических и лабораторных работ.
- Личностно-ориентированные технологии обучения, обеспечивающие в ходе учебного процесса учет различных способностей обучаемых, создание необходимых условий для развития их индивидуальных способностей, развитие активности личности в учебном процессе.
- Личностно-ориентированные технологии обучения реализуются в результате индивидуального общения преподавателя и студента при выполнении индивидуальных заданий, подготовке индивидуальных отчетов по лабораторным работам, решении задач во время проведения итогового контроля.
- На лекционных занятиях по дисциплине «Численные методы механики» целесообразно применять традиционную технологию обучения в сочетании с технологиями полного усвоения, компьютерного обучения, а на практических занятиях – технологию развития творческой деятельности будущих специалистов в сочетании с технологиями коллективного взаимодействия, развивающего обучения. При самостоятельном изучении материала обучающимися целесообразно применять технологию компьютерного обучения, так как в настоящее время информационная технология достаточно развита, что упрощает поиск нужной информации.

11.2. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

Изучение дисциплины Б1.В.03.01 Численные методы механики предусматривает проведение лекций в аудитории, практических занятий.

Лекционный материал разделен на разделы. Распределение лекционных и практических занятий, а также самостоятельной работы по разделам представлено выше.

К каждому практическому занятию имеется задание, которое каждый студент должен выполнить во время занятия. При необходимости студент консультируется у преподавателя, ведущего практические занятия. По результатам каждого практического занятия каждый студент защищает выполненную работу в процессе собеседования с преподавателем. Решение о зачете по практикуму принимается по итогам защиты практических работ. На последнем занятии при необходимости для тех студентов, кто не полностью отчитался по практическим работам, может быть проведено тестирование.

По теоретическому курсу предусмотрен зачет.

Методические указания студентам

Рекомендуется по возможности использовать информационные ресурсы Интернет для получения дополнительной информации об изучаемом предмете.

Накануне проведения лабораторной работы необходимо самостоятельно по «Методическим указаниям» изучить суть работы и порядок ее проведения.

Методические указания студентам по организации самостоятельной работы с учебным материалом

При изучении дисциплины Б1.В.03.01 Численные методы механики организация самостоятельная работа студентов представляет выполнение следующих видов работ:

1. Внеаудиторная самостоятельная работа;
2. Аудиторная самостоятельная работа при выполнении практикума, которая осуществляется под непосредственным присмотром и руководством преподавателя;
3. Подготовка к защите практических работ.
4. Подготовка к промежуточным контрольным мероприятиям.

Самостоятельная работа студентов во внеаудиторное время предусматривает проработку лекционного материала, предусматривающую работу с основной и дополнительной литературы. Самостоятельная работа студентов в аудиторное время в рамках данного курса предусматривает: работу со справочной, методической и научной

литературой; оперативный (текущий) опрос по отдельным темам изучаемой дисциплины; тестирование.

12. Фонд оценочных средств промежуточной аттестации обучающихся

Фонд оценочных средств (далее ФОС) промежуточной аттестации состоит из открытой и закрытой частей.

Открытая часть ФОС промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю) включается в раздел «Фонд оценочных средств промежуточной аттестации обучающихся» рабочей программы дисциплины (модуля).

Закрытая часть ФОС промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю) разрабатывается в соответствии с Положением о фонде оценочных средств ФГБОУ ВО «Псковский государственный университет», утвержденным приказом ректора, и является отдельным приложением к рабочей программе дисциплины (модуля), обеспечивает проведение контрольных мероприятий в ходе экзаменационной сессии, а также проверку остаточных знаний, умений и сформированности компетенций обучающихся.

12.1. Перечень компетенций и этапов их формирования

Конечными результатами освоения дисциплины являются следующие компетенции:

Код профессиональной компетенции (ПК)	Наименование профессиональной компетенции выпускника, закрепленной за дисциплиной в учебном плане в соответствии с действующим профессиональным стандартом
ПК-1	Способен выполнять работы по моделированию продукции и объектов машиностроительных производств с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования

Этапы формирования компетенций представлены в приложении 5.1. к основной профессиональной образовательной программе высшего образования по направлению подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование, профиль подготовки «Инжиниринг технологического оборудования».

12.2. Описание индикаторов достижения компетенций, критериев оценивания компетенций, шкалы оценивания

Описание индикаторов достижения компетенций, критериев оценивания компетенций, шкалы оценивания представлены в приложении 5.2. к основной профессиональной образовательной программе высшего образования по направлению подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование, профиль подготовки «Инжиниринг технологического оборудования».

12.3. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Дисциплина Б1.В.03.01 Численные методы механики изучается на 2 курсе, в 4 семестре, в котором предусмотрен следующий вид промежуточной аттестации – «зачёт».

СЕМЕСТР 4

Организация промежуточной аттестации в семестре 4

Назначение	Промежуточная аттестация – проведение зачёта в письменной форме с последующим собеседованием
Время выполнения задания и ответа	45 минут на подготовку; 15 минут на ответ
Количество вариантов зачётных билетов	30 – вариантов. Зачётный билет содержит два вопроса
Применяемые технические средства	Нет
Допускается использование	Нет

следующей справочной и нормативной литературы	
Дополнительная информация	В аудитории могут одновременно находиться не более 6 студентов

Оценочные средства для промежуточной аттестации в семестре 4.

Перечень зачётных вопросов, выносимых на зачёт по теоретической части дисциплины:

1. Назначение и возможности МКЭ.
2. Концепция метода конечных элементов.
3. МКЭ и классическая линейная упругая одношаговая задача.
4. Этапы решения прочностной задачи с помощью МКЭ.
5. Предпроцессинг в МКЭ и его содержание.
6. Постпроцессинг в МКЭ и его содержание.
7. Решение МКЭ-задачи и назначение сольвера.
8. Виды закреплений в МКЭ.
9. Виды нагрузок в МКЭ.
10. Точность и достоверность МКЭ.
11. Понятие солида и геометрической модели для МКЭ.
12. Стилизация конструкторской 3D-модели для расчета МКЭ.
13. Понятие о несущей системе и ее выделении для МКЭ-анализа.
14. Идея тетраэдрического КЭ.
15. Идея гексаэдрического КЭ.
16. Идея пространственного листового оболочечного КЭ.
17. Идея балочного конечного элемента.
18. Концепция конечного элемента.
19. Узел конечного элемента и связанные с ним правила. Степени свободы узла.
20. Идея сетки конечных элементов.
21. Мешер и его функции.
22. Правила построения сетки конечных элементов.
23. Действия расчетчика для корректного отображения н.д.с. на концентраторе напряжений.
24. Типичные концентраторы напряжений и подходы к их моделированию в МКЭ.
25. Понятие о сингулярности напряжений. Появление сингулярности в МКЭ-модели.
26. Локальная и глобальная нумерация узлов КЭ. Учет степеней свободы.
27. Понятие о матрице жесткости конечного элемента. Пружинная аналогия.
28. Глобальная матрица жесткости и её сборка.
29. Главное уравнение метода конечных уравнений для линейных прочностных задач.
30. Моделирование контактов в МКЭ.
31. Понятие о контактной паре в МКЭ.
32. Статусы контактной пары и их использование в зависимости от реального состояния моделируемых объектов.
33. Общие подходы к моделированию в МКЭ машиностроительных сборных узлов.
34. Типы напряженных состояний и их распознавание в МКЭ.
35. Тензор напряжений и виды напряжений, наиболее информативные для МКЭ-анализа.
36. Упругая и пластическая задачи в МКЭ.
37. Виды нелинейностей в МКЭ и подходы к их моделированию.
38. Понятие о многошаговом нагружении в МКЭ. Типичные примеры.
39. Идея модального анализа в МКЭ. Выявление резонансных частот.
40. Понятие о кинематических задачах. Взаимодействие «кинематического» софта с «прочностным» МКЭ-софтом.

41. Представить оригинальный МКЭ-пример сингулярности на плоской листовой детали.
42. Представить оригинальный МКЭ-пример сингулярности при изгибе детали типа вала.
43. Представить оригинальный МКЭ-пример консольного изгиба балки, близкой к равнопрочной.
44. Представить оригинальный МКЭ-пример растяжения стержня с плавным переменным сечением.
45. Представить оригинальный МКЭ-пример изгиба двухопорной балки.
46. Представить оригинальный МКЭ-пример изгиба полый балки.
47. Представить оригинальный МКЭ-пример нагружения винтовой пружины.
48. Представить оригинальный МКЭ-пример нагружения шарообразного резервуара внутренним давлением.
49. Представить оригинальный МКЭ-пример нагружения криволинейного патрубка внутренним давлением.
50. Представить оригинальный МКЭ-пример внецентренного сжатия стержня.
51. Представить оригинальный МКЭ-пример концентрации напряжений возле эллиптического отверстия.
52. Представить оригинальный МКЭ-пример концентрации напряжений возле отверстия типа «паз».
53. Представить оригинальный МКЭ-пример концентрации напряжений на канавке.
54. Представить оригинальный МКЭ-пример концентрации напряжений возле круглого отверстия.
55. Представить оригинальный МКЭ-пример кручения изогнутого стержня.
56. Представить оригинальный МКЭ-пример нагружения плоской фигурной пружины.
57. Представить оригинальный МКЭ-пример нагружения детали типа «крюк».
58. Представить оригинальный МКЭ-пример нагружения детали типа «фаркопф».
59. Представить оригинальный МКЭ-пример нагружения соединения патрубка с обечайкой резервуара под давлением.
60. Представить оригинальный МКЭ-пример гидростатического растяжения или сжатия.

Критерии оценки:

оценка «зачтено»	Выставляется студенту, если он показал знания основных положений учебной дисциплины и умения по применению программных средств, осваиваемых в семестре согласно рабочей программе дисциплины
оценка «не зачтено»	Выставляется студенту, если он не показал знание основных положений учебного материала, допускает ошибки в определении базовых понятий, не умеет решать практические задачи на компьютере из числа предусмотренных рабочей программой

Примеры зачётных билетов:

<p>Министерство науки и высшего образования Российской Федерации ФГБОУ ВО «Псковский государственный университет»</p> <p>ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1</p> <p>по дисциплине: Б1.В.03.01 Численные методы механики</p> <p>1. Понятие о несущей системе и ее выделении для МКЭ-анализа. 2. Представить оригинальный МКЭ-пример кручения изогнутого стержня.</p>
--

Зав. отделением инженерных технологий _____ Е.А. Евгеньева

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
ФГБОУ ВО «Псковский государственный университет»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 2

по дисциплине: Б1.В.03.01 Численные методы механики

1. Идея сетки конечных элементов.
2. Глобальная матрица жесткости и её сборка.

Зав. отделением инженерных технологий _____ Е.А. Евгеньева

13 Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями учебный процесс осуществляется в соответствии с Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, обучающихся по образовательным программам среднего профессионального и высшего образования в ФГБОУ ВО «Псковский государственный университет».

Разработчики:

Заведующий отделением
инженерных технологий образовательного департамента
Передовой инженерной школы гибридных технологий
в станкостроении Союзного государства, ПсковГУ



Е.А. Евгеньева

Эксперты:

Директор ООО МПМ

Директор ООО «ИНСТРУМЕНТ-СЕРВИС»



А.С. Мудров

Н.П. Горбатенков