

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Петербургский государственный университет путей
сообщения Императора Александра I»
(ФГБОУ ВО ПГУПС)

Кафедра «Наземные транспортно-технологические комплексы»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

**Б1.О.4 «МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТРАНСПОРТНЫХ
СРЕДСТВ»**

для направления подготовки

23.04.02 «Наземные транспортно-технологические комплексы»

по магистерской программе

«Производство и ремонт транспортно-технологических комплексов»

Форма обучения – очная, заочная

Санкт-Петербург
2026

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры
«Наземные транспортно-технологические комплексы»
Протокол № 5 от «29» января 2026 г.

Заведующий кафедрой
«Наземные транспортно-
технологические комплексы»

А.А. Воробьев

«29» января 2026 г.

СОГЛАСОВАНО

Руководитель ОПОП

Н.Ю. Шадрина

«29» января 2026 г.

1. Цели и задачи дисциплины

Рабочая программа дисциплины «Метаматематическое моделирование транспортных средств» (Б1.О.4) (далее – дисциплина) составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 23.04.02 «Наземные транспортно-технологические комплексы» (далее – ФГОС ВО), утвержденного 07.08.2020 г., приказ Минобрнауки России № 917.

Целью дисциплины «Математическое моделирование систем автомобилей» является формирование знаний и практических навыков в разработке и практическом использовании метаматематических моделей, в задачах расчета прочности и динамики автомобилей.

Для достижения поставленной цели решаются следующие задачи:

- изучение общих подходов к расчету прочности и динамических качеств автомобилей с использованием современных средств вычислительной техники,
- изучение теоретических основ использующихся математических моделей,
- ознакомление с существующими пакетами прикладных программ использующихся для изучения динамики и прочности автомобиля,
- овладение навыками грамотного применения вычислительной техники в задачах расчета динамики и прочности автомобиля.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в программе магистратуры индикаторами достижения компетенций

Планируемыми результатами обучения по дисциплине являются приобретение знаний, умений, навыков, приведенными в таблице 2.1.

Таблица 2.1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в программе магистратуры индикаторами достижения компетенций

Индикаторы достижения компетенций	Результаты обучения по дисциплине
ОПК-5 Способен применять инструментальный формализации научно-технических задач, использовать прикладное программное обеспечение для моделирования и проектирования систем и процессов	
ОПК-5.1.1 Знает программное обеспечение для моделирования и	Обучающийся знает: - программное обеспечение, применяемое для моделирования систем автомобилей.

Индикаторы достижения компетенций	Результаты обучения по дисциплине
проектирования систем и процессов	
ОПК-5.2.1 Умеет применять инструментарий формализации научно-технических задач	Обучающийся <i>умеет</i> : - разрабатывать метаматематические модели основных узлов и систем автомобилей для решения задач прочности и динамики
ОПК-5.3.1 Имеет навыки использования прикладного программного обеспечения для моделирования и проектирования систем и процессов	Обучающийся <i>имеет навыки</i> : - использования прикладного программного обеспечения для моделирования и проектирования систем (процессов) автомобилей

3 Место дисциплины в структуре основной образовательной программы

Дисциплина относится к обязательной части, блока 1 «Дисциплины (модули)».

4 Объём дисциплины и виды учебной работы

Для очной формы обучения:

Таблица 4.1

Вид учебной работы	Всего часов	Модуль 1	Модуль 2
		Семестр II	Семестр III
Контактная работа (по видам учебных занятий)	96	32	64
В том числе:			
- лекции	48	16	32
- практические занятия	48	16	32
- лабораторные работы	-	-	-
Самостоятельная работа (СРС) (всего)	260	108	152
Контроль	40	4	36
Форма контроля знаний	Э	3	Э, КР
Общая трудоемкость: час / з.е.	396 / 11	144 / 4	252/7

Для заочной формы обучения:
Таблица 4.2

Вид учебной работы	Всего часов	Модули 1, 2
		Курс II
Контактная работа (по видам учебных занятий)	20	20
В том числе:		
- лекции	10	10
- практические занятия	10	10
- лабораторные работы	-	-
Самостоятельная работа (СРС) (всего)	363	363
Контроль	13	13
Форма контроля знаний	Э,З, КР	Э,З, КР
Общая трудоемкость: час / з.е.	360 / 11	360/11

Примечания: «Форма контроля знаний» – экзамен (Э), зачет (З), курсовая работа (КР).

5 Структура и содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и содержание рассматриваемых вопросов

Для очной формы обучения:

Таблица 5.1.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
Модуль 1			
1	Основные понятия математического моделирования.	Лекция 1 Понятие о том, что такое модель. Виды моделей и их свойства. Понятие о математических моделях. Виды математических моделей. Средства изучения математических моделей. (4 часа)	ОПК-5.1.1 ОПК-5.2.1 ОПК-5.3.1
		Практическое занятие 1 Виды моделей применяемые для изучения прочности и динамики механических систем (4 часа)	ОПК-5.1.1 ОПК-5.2.1 ОПК-5.3.1
		Самостоятельная работа Объективность моделей реальных объектов. Преимущества и недостатки моделей реальных объектов	ОПК-5.1.1 ОПК-5.2.1 ОПК-5.3.1
2	Математические модели для изучения прочности, устойчивости и динамических качеств	Лекция 2 Понятие о напряжениях. Теория напряжённого состояния в точке тела. Основные уравнения теории упругости. Уравнения Ламе. (3 часа) Лекция 3 Понятие о плоском напряженном состоянии и плоской деформации. Решение задачи определения напряжений при	ОПК-5.1.1 ОПК-5.2.1 ОПК-5.3.1

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
	автомобильных конструкций	посадке с натягом. Прикладные задачи теории упругости. (3 часа)	
		Практическое занятие 2 Основные элементы пакета прикладных программ ANSYS (3 часа) Практическое занятие 3 Моделирование простейших механических систем с использованием пакета прикладных программ ANSYS (3 часа)	ОПК-5.1.1 ОПК-5.2.1 ОПК-5.3.1
		Самостоятельная работа Сравнение результатов полученных на практическом занятии №2 с аналитическими решениями полученными методами сопротивления материалов и теоретической механики	ОПК-5.1.1 ОПК-5.2.1 ОПК-5.3.1
3	Прикладные математические модели для изучения прочности и устойчивости автомобильных конструкций	Лекция 4 Понятия о тонких и толстых пластинах. Теория пластин и оболочек. Использование теории оболочек для моделирования элементов автомобилей. (3 часа) Лекция 5 Классическая теория стержней. Теория тонкого стержня. Кривые стержни. Стержни переменного сечения. (3 часа)	ОПК-5.1.1 ОПК-5.2.1 ОПК-5.3.1
		Практическое занятие 4 Моделирование стержневых конструкций Практическое занятие 5 Моделирование кривых стержней. Практическое занятие 6 Моделирование стержней переменного сечения. (3 часа)	ОПК-5.1.1 ОПК-5.2.1 ОПК-5.3.1
		Самостоятельная работа Преимущества и недостатки многослойных пластин. Использование стержней переменного сечения для моделирования элементов автомобиля.	ОПК-5.1.1 ОПК-5.2.1 ОПК-5.3.1
Модуль 2			
3	Прикладные математические модели для изучения прочности и устойчивости автомобильных конструкций	Практическое занятие 6 Моделирование стержней переменного сечения (3 часа). Практическое занятие 7 Моделирование пластин и оболочек (3 часа) Практическое занятие 8 Моделирование многослойных пластин.(3 часа) Практическое занятие 9 Расчет на прочность резервуаров	ОПК-5.1.1 ОПК-5.2.1 ОПК-5.3.1

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
4	Математические методы решения задач прочности автомобильных конструкций.	Лекция 6 Общие понятия о численных методах решения задач математической физики. Метод Рунге. Метод взвешенных невязок. Метод Бундмана - Галеркина. Метод конечных разностей. Лекция 7 Преимущества и недостатки численных методов, погрешности возникающие при использовании численных методов. Методы минимизации погрешности при использовании численных методов. (3 часа)	ОПК-5.1.1 ОПК-5.2.1 ОПК-5.3.1
		Самостоятельная работа Оценка погрешности численных методов путем сравнения численных решений (практические занятия 4-9) и точных аналитических решений.	ОПК-5.1.1 ОПК-5.2.1 ОПК-5.3.1
5	Метод конечных элементов.	Лекция 8 Потенциальная энергия, накапливаемая в упругом теле под нагрузкой. Вариационная формулировка задачи прочности.(3 часа) Лекция 9. Основное уравнение метода конечных элементов (МКЭ) при статическом анализе. Пакеты прикладных программ, реализующие метод конечных элементов. Расчеты конструкций с использованием МКЭ. (3 часа)	ОПК-5.1.1 ОПК-5.2.1 ОПК-5.3.1
		Практическое занятие 10 Расчет посадок с натягом с использованием метода конечных элементов. (3 часа)	ОПК-5.1.1 ОПК-5.2.1 ОПК-5.3.1
		Самостоятельная работа Использование метода конечных элементов для расчета элементов автомобилей	ОПК-5.1.1 ОПК-5.2.1 ОПК-5.3.1
6	Расчет устойчивости сжатых элементов конструкций.	Лекция 10 Понятие об устойчивости, формула Эйлера. Общий случай критической нагрузки. Влияние начального прогиба и внецентренного приложения нагрузки на выпучивания стержня. Динамический анализ устойчивости. Оценка устойчивости методом конечных элементов. (3 часа)	ОПК-5.1.1 ОПК-5.2.1 ОПК-5.3.1
		Практическое занятие 11 Расчет устойчивости конструкций методом конечных элементов (3 часа)	ОПК-5.1.1 ОПК-5.2.1 ОПК-5.3.1
		Самостоятельная работа Расчет устойчивости конструкций методами сопротивления материалов	ОПК-5.1.1 ОПК-5.2.1 ОПК-5.3.1

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
7	Расчет частот и форм собственных колебаний конструкций автомобилей	Лекция 11 Основные понятия о колебаниях упругих систем. Свободные и вынужденные колебания. Частота и форма колебаний. Явление резонанса. (3 часа) Лекция 12 Расчет частот и форм собственных колебания систем без демпфирования. Виды демпфирования (сухое и вязкое трение). Расчет частот и форм собственных колебаний с учетом демпфирования. (3 часа)	ОПК-5.1.1 ОПК-5.2.1 ОПК-5.3.1
		Практическое занятие 12 Расчет частот и форм собственных колебаний упругих систем без демпфирования (3 часа) Практическое занятие 13 Расчет частот и форм собственных колебаний упругих систем с учетом демпфирования (3 часа).	ОПК-5.1.1 ОПК-5.2.1 ОПК-5.3.1
		Самостоятельная работа Виды демпфирования, применяемые в рессорном подвешивании автомобилей.	ОПК-5.1.1 ОПК-5.2.1 ОПК-5.3.1
8	Применение методов спектрального и корреляционного анализа для решения задач вынужденных колебаний автотранспортных средств.	Лекция 13 Линеаризация механических систем. Понятие о случайных процессах и функциях. Характеристики случайных процессов. (3 часа) Лекция 14 Каноническое разложение случайного процесса. Спектр плотности мощности. Анализ случайных колебаний с использованием спектра плотности мощности в пакете прикладных программ «Ansys» (3 часа)	ОПК-5.1.1 ОПК-5.2.1 ОПК-5.3.1
		Практическое занятие 14 Анализ случайных колебаний с использованием спектра плотности мощности в пакете прикладных программ «Ansys» (3 часа)	ОПК-5.1.1 ОПК-5.2.1 ОПК-5.3.1
		Самостоятельная работа. Определение спектра плотности мощности по экспериментальным данным	ОПК-5.1.1 ОПК-5.2.1 ОПК-5.3.1
9	Математическое моделирование нелинейных механических систем.	Лекция 15 Геометрические нелинейности. Решение задачи «больших перемещений». (3 часа) Лекция 16 Физические нелинейности. Различные теории, описывающие нелинейное поведение материала под нагрузкой. Методы решения нелинейных задач. (3 часа)	ОПК-5.1.1 ОПК-5.2.1 ОПК-5.3.1
		Практическое занятие 15 Расчет конструкций с учетом геометрических нелинейностей. (3 часа)	ОПК-5.1.1 ОПК-5.2.1 ОПК-5.3.1

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
		Практическое занятие 16 Расчет конструкций с учетом нелинейного поведения материала под нагрузкой (3 часа)	
		Самостоятельная работа. Нелинейные системы в конструкции автомобилей	ОПК-5.1.1 ОПК-5.2.1 ОПК-5.3.1

Для заочной формы обучения:

Таблица 5.2.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
Модуль 1			
1	Основные понятия математического моделирования.	Лекция 1 Понятие о том, что такое модель. Виды моделей и их свойства. Понятие о математических моделях. Виды математических моделей. Средства изучения математических моделей. (1 час)	ОПК-5.1.1 ОПК-5.2.1 ОПК-5.3.1
		Практическое занятие 1 Виды моделей, применяемые для изучения прочности и динамики механических систем (1 час)	ОПК-5.1.1 ОПК-5.2.1 ОПК-5.3.1
		Самостоятельная работа. Преимущества и недостатки моделей реальных объектов	ОПК-5.1.1 ОПК-5.2.1 ОПК-5.3.1
2	Математические модели для изучения прочности, устойчивости и динамических качеств автомобильных конструкций	Лекция 2 Понятие о напряжениях. Теория напряжённого состояния в точке тела. Основные уравнения теории упругости. Уравнения Ламе. Понятие о плоском напряженном состоянии и плоской деформации. Решение задачи определения напряжений при посадке с натягом. Прикладные задачи теории упругости. (1 час)	ОПК-5.1.1 ОПК-5.2.1 ОПК-5.3.1
		Практическое занятие 2 Основные элементы пакета прикладных программ ANSYS. Моделирование простейших механических систем с использованием пакета прикладных программ ANSYS (1 час)	ОПК-5.1.1 ОПК-5.2.1 ОПК-5.3.1
		Самостоятельная работа Сравнение результатов полученных на практическом занятии №2 с аналитическими решениями полученными методами сопротивления материалов и теоретической механики	ОПК-5.1.1 ОПК-5.2.1 ОПК-5.3.1

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
3	Прикладные математические модели для изучения прочности и устойчивости автомобильных конструкций	Лекция 3 Понятия о тонких и толстых пластинах. Теория пластин и оболочек. Использование теории оболочек для моделирования элементов автомобилей. Классическая теория стержней. Теория тонкого стержня. Кривые стержни. Стержни переменного сечения.	ОПК-5.1.1 ОПК-5.2.1 ОПК-5.3.1
		Практическое занятие 3 Моделирование стержневых конструкций (1 час) Практическое занятие 4 Моделирование кривых стержней. (1 час) Практическое занятие 5 Моделирование стержней переменного сечения. (1 час)	ОПК-5.1.1 ОПК-5.2.1 ОПК-5.3.1
		Самостоятельная работа Преимущества и недостатки многослойных пластин. Использование стержней переменного сечения для моделирования элементов автомобиля.	ОПК-5.1.1 ОПК-5.2.1 ОПК-5.3.1
		Модуль 2	
3	Прикладные математические модели для изучения прочности и устойчивости автомобильных конструкций	Практическое занятие 6 Моделирование пластин и оболочек (1 час) Практическое занятие 7 Моделирование многослойных пластин. (1 час) Практическое занятие 8 Расчет на прочность резервуаров (1 час)	ОПК-5.1.1 ОПК-5.2.1 ОПК-5.3.1
		Самостоятельная работа Преимущества и недостатки многослойных пластин. Использование стержней переменного сечения для моделирования элементов автомобиля.	ОПК-5.1.1 ОПК-5.2.1 ОПК-5.3.1
4	Математические методы решения задач прочности автомобильных конструкций.	Лекция 4 Общие понятия о численных методах решения задач математической физики. Метод Рунге. Метод взвешенных невязок. Метод Бунднова - Галеркина. Метод конечных разностей. Преимущества и недостатки численных методов, погрешности, возникающие при использовании численных методов. Методы минимизации погрешности при использовании численных методов. (1 час)	ОПК-5.1.1 ОПК-5.2.1 ОПК-5.3.1
		Самостоятельная работа Оценка погрешности численных методов путем сравнения численных решений (практические занятия 3-8) и точных аналитических решений.	ОПК-5.1.1 ОПК-5.2.1 ОПК-5.3.1
5	Метод конечных элементов.	Лекция 5 Потенциальная энергия, накапливаемая в упругом теле под	ОПК-5.1.1 ОПК-5.2.1

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
		нагрузкой. Вариационная формулировка задачи прочности. Основное уравнение метода конечных элементов (МКЭ) при статическом анализе. Пакеты прикладных программ, реализующие метод конечных элементов. Расчеты конструкций с использованием МКЭ. (1 час)	ОПК-5.3.1
		Практическое занятие 9 Расчет посадок с натягом с использованием метода конечных элементов. (1 час)	ОПК-5.1.1 ОПК-5.2.1 ОПК-5.3.1
		Самостоятельная работа Использование метода конечных элементов для расчета элементов автомобилей	ОПК-5.1.1 ОПК-5.2.1 ОПК-5.3.1
6	Расчет устойчивости сжатых элементов конструкций.	Лекция 6 Понятие об устойчивости, формула Эйлера. Общий случай критической нагрузки. Влияние начального прогиба и внецентренного приложения нагрузки на выпучивания стержня. Динамический анализ устойчивости. Оценка устойчивости методом конечных элементов. (1 час)	ОПК-5.1.1 ОПК-5.2.1 ОПК-5.3.1
		Практическое занятие 10 Расчет устойчивости конструкций методом конечных элементов (1 час)	ОПК-5.1.1 ОПК-5.2.1 ОПК-5.3.1
		Самостоятельная работа Расчет устойчивости конструкций методами сопротивления материалов	ОПК-5.1.1 ОПК-5.2.1 ОПК-5.3.1
7	Расчет частот и форм собственных колебаний конструкций автомобилей	Лекция 7 Основные понятия о колебаниях упругих систем. Свободные и вынужденные колебания. Частота и форма колебаний. Явление резонанса. Расчет частот и форм собственных колебания систем без демпфирования. Виды демпфирования (сухое и вязкое трение). Расчет частот и форм собственных колебаний с учетом демпфирования. (1 час)	ОПК-5.1.1 ОПК-5.2.1 ОПК-5.3.1
		Самостоятельная работа Расчет частот и форм собственных колебаний упругих систем без демпфирования. Расчет частот и форм собственных колебаний упругих систем с учетом демпфирования. Виды демпфирования, применяемые в рессорном подвешивании автомобилей.	ОПК-5.1.1 ОПК-5.2.1 ОПК-5.3.1

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
8	Применение методов спектрального и корреляционного анализа для решения задач вынужденных колебаний автотранспортных средств.	Лекция 8 Линеаризация механических систем. Понятие о случайных процессах и функциях. Характеристики случайных процессов. Каноническое разложение случайного процесса. Спектр плотности мощности. Анализ случайных колебаний с использованием спектра плотности мощности в пакете прикладных программ «Ansys» (1 час)	ОПК-5.1.1 ОПК-5.2.1 ОПК-5.3.1
		Самостоятельная работа. Анализ случайных колебаний с использованием спектра плотности мощности» Определение спектра плотности мощности по экспериментальным данным	ОПК-5.1.1 ОПК-5.2.1 ОПК-5.3.1
9	Математическое моделирование нелинейных механических систем.	Лекция 9 Геометрические нелинейности. Решение задачи «больших перемещений». Физические нелинейности. Различные теории, описывающие нелинейное поведение материала под нагрузкой. Методы решения нелинейных задач. Расчет конструкций с учетом геометрических нелинейностей. Расчет конструкций с учетом нелинейного поведения материала под нагрузкой (1 час)	ОПК-5.1.1 ОПК-5.2.1 ОПК-5.3.1
		Самостоятельная работа. Нелинейные системы в конструкции автомобилей	ОПК-5.1.1 ОПК-5.2.1 ОПК-5.3.1

5.2. Разделы дисциплины и виды занятий

Для очной формы обучения:

Таблица 5.3

№ п/п	Наименование разделов дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СРС	Всего
1	2	3	4	5	6	7
Модуль 1						
1	Основные понятия математического моделирования.	4	4	-	28	35
2	Математические модели для изучения прочности автомобильных конструкций	6	6	-	29	41
3	Прикладные математические модели для изучения прочности автомобильных конструкций	6	7	-	18	31
Модуль 2						
3	Прикладные математические модели для изучения прочности автомобильных конструкций	-	11	-	11	22
4	Математические методы решения задач прочности автомобильных конструкций.	5	-	-	29	34
5	Метод конечных элементов.	6	3	-	29	38

№ п/п	Наименование разделов дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СРС	Всего
1	2	3	4	5	6	7
6	Расчет устойчивости сжатых элементов конструкций.	3	3	-	29	35
7	Расчет частот и форм собственных колебаний конструкций.	6	6	-	29	41
8	Применение методов спектрального и корреляционного анализа для решения задач вынужденных колебаний автотранспортных средств.	6	3	-	29	38
9	Математическое моделирование нелинейных механических систем.	6	6	-	29	41
Итого		48	48	-	260	388
Контроль						8
Всего (общая трудоемкость, час.)						396

Для заочной формы обучения:

Таблица 5.4

№ п/п	Наименование разделов дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СРС	Всего
1	2	3	4	5	6	7
Модуль 1						
1	Основные понятия математического моделирования.	1	1	-	40	42
2	Математические модели для изучения прочности автомобильных конструкций	1	1	-	40	42
3	Прикладные математические модели для изучения прочности автомобильных конструкций	2	3	-	43	48
Модуль 2						
3	Прикладные математические модели для изучения прочности автомобильных конструкций	-	3	-	-	3
4	Математические методы решения задач прочности автомобильных конструкций.	1	-	-	40	41
5	Метод конечных элементов.	1	1	-	40	42
6	Расчет устойчивости сжатых элементов конструкций.	1	1	-	40	42
7	Расчет частот и форм собственных колебаний конструкций.	1	-	-	40	41
8	Применение методов спектрального и корреляционного анализа для решения задач вынужденных колебаний автотранспортных средств.	1	-	-	40	41
9	Математическое моделирование нелинейных механических систем.	1	-	-	40	41
Итого		10	10	-	363	383
Контроль						13
Всего (общая трудоемкость, час.)						396

6. Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Оценочные материалы по дисциплине являются неотъемлемой частью рабочей программы и представлены отдельным документом, рассмотренным на заседании кафедры и утвержденным заведующим кафедрой.

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Порядок изучения дисциплины следующий:

1. Освоение разделов дисциплины производится в порядке, приведенном в разделе 5 «Содержание и структура дисциплины». Обучающийся должен освоить все разделы дисциплины, используя методические материалы дисциплины, а также учебно-методическое обеспечение, приведенное в разделе 8 рабочей программы.

2. Для формирования компетенций обучающийся должен представить выполненные задания, необходимые для оценки знаний, умений, навыков, предусмотренные текущим контролем успеваемости (см. оценочные материалы по дисциплине).

3. По итогам текущего контроля успеваемости по дисциплине, обучающийся должен пройти промежуточную аттестацию (см. оценочные материалы по дисциплине).

8. Описание материально-технического и учебно-методического обеспечения, необходимого для реализации магистерской программы по дисциплине

8.1. Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных магистерской программой, укомплектованные специализированной учебной мебелью и оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: настенным экраном (стационарным или переносным), маркерной доской и (или) меловой доской, мультимедийным проектором (стационарным или переносным).

Все помещения, используемые для проведения учебных занятий и самостоятельной работы, соответствуют действующим санитарным и противопожарным нормам и правилам.

Для проведения практических занятий используется дисплейный класс, оснащённый компьютерной техникой.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

8.2. Университет обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства.

Перечень лицензионных программ представлен на внутреннем портале ФГБОУ ВО ПГУПС по адресу <http://eaisu.pgups.edu.mps/info/prog/>

8.3. Обучающимся обеспечен доступ (удаленный доступ) к современным профессиональным базам данных:

- Электронно-библиотечная система издательства «Лань». [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/> — Режим доступа: для авториз. пользователей;

- Электронно-библиотечная система ibooks.ru («Айбукс»). – URL: [https:// ibooks.ru /](https://ibooks.ru/) — Режим доступа: для авториз. пользователей;

- Электронная библиотека ЮРАЙТ. – URL: <https://urait.ru/>— Режим доступа: для авториз. пользователей;

- Единое окно доступа к образовательным ресурсам - каталог образовательных интернет-ресурсов и полнотекстовой электронной учебно-методической библиотеке для общего и профессионального образования». – URL: <http://window.edu.ru/> — Режим доступа: свободный.

- Словари и энциклопедии. – URL: <http://academic.ru/> — Режим доступа: свободный.

- Научная электронная библиотека "КиберЛенинка"— URL: <http://cyberleninka.ru/> - Режим доступа: свободный.

8.4. Обучающимся обеспечен доступ (удаленный доступ) к информационным справочным системам:

- Национальный Открытый Университет "ИНТУИТ". Бесплатное образование. [Электронный ресурс]. – URL: <https://intuit.ru/> — Режим доступа: свободный.

8.5. Перечень печатных изданий, используемых в образовательном процессе:

- Светлицкий В.А. Статистическая механика и теория надежности. М.:Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2012-504 с.

- А. В.Ханефт Основы теории упругости ГОУ ВПО «Кемеровский государственный университет», 2013 – 99 с.

- Вентцель Е.С. Теория вероятностей, М.: 2002, 564 с.

- Трушин С.И. Метод конечных элементов. Теория и задачи: Учебное пособие. Издательство АСВ, – М.:, 2008. – 256 с.

- Огородникова О.М. Расчет конструкций в ANSYS. Сборник учебных пособий. – Техноцентр компьютерного инжиниринга, 2009. – 452 с.

- Филин А.П. Прикладная механика твердого деформируемого тела, т I, Главная редакция физико-математической литературы изд-ва «Наука», 1975. – 832 с..

- Феодосьев В.И. Сопротивление материалов, Главная редакция физико-математической литературы изд-ва «Наука», 1974. – 560 с.

- Корн Г., Корн Т. Справочник по математике для научных работников и инженеров.- СПб.: Издательство «Лань», 2003-832 с.

8.6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», используемых в образовательном процессе:

- Личный кабинет ЭИОС [Электронный ресурс]. – URL: my.pgups.ru — Режим доступа: для авториз. пользователей;

- Электронная информационно-образовательная среда. [Электронный ресурс]. – URL: <https://sdo.pgups.ru> — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Разработчик рабочей программы,
Доцент

А.С. Ватаев

«29» января 2026 г.