

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.41 «МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В
МАШИНОСТРОЕНИИ»**

для направления подготовки

15.03.01 «МАШИНОСТРОЕНИЕ»

профиль: «ЦИФРОВЫЕ СЕРВИСЫ И ТЕХНОЛОГИИ В ТРАНСПОРТНОМ
МАШИНОСТРОЕНИИ»

Форма обучения – очная

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

Д.П. Кононов

«29» января 2026 г.

1. Цели и задачи дисциплины

Рабочая программа дисциплины «Метаматематическое моделирование в машиностроении» (Б1.О.41) (далее – дисциплина) составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 15.03.02 «Машиностроение» (далее – ФГОС ВО), утвержденного 09.08.2021 г., приказ Минобрнауки России № 727.

Целью дисциплины является формирование знаний и практических навыков в разработке и практическом использовании математических моделей, в задачах моделирования различных производственных и технологических процессов в области машиностроения.

Для достижения поставленной цели решаются следующие задачи:

- изучение общих подходов к математическому моделированию производственных и технологических процессов в машиностроении с использованием современных средств вычислительной техники,
- изучение теоретических основ использующихся математических моделей,
- ознакомление с существующими пакетами прикладных программ использующихся для изучения физических процессов в производственных и технологических системах,
- овладение навыками грамотного применения вычислительной техники в задачах математического моделирования физических процессов в технологических системах в области машиностроения.

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

Планируемыми результатами обучения по дисциплине (модулю) является формирование у обучающихся компетенций и/или части компетенций. Сформированность компетенций и/или части компетенций оценивается с помощью индикаторов достижения компетенций, приведенных в таблице 2.1. Таблица 2.1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в программе бакалавриата индикаторами достижения компетенций

Индикаторы достижения компетенций	Результаты обучения по дисциплине (модулю)
ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности	
ОПК-1.1.1 Знает способы применения методов математического анализа и моделирования в объеме, необходимом для решения задач в профессиональной деятельности	Обучающийся <i>знает</i> : способы построения математических моделей анализа и оптимизации объектов исследования, выбора численных методов их моделирования физических процессов в производственных и технологических системах
ОПК-1.2.3 Умеет применять методы математического анализа и моделирования в	Обучающийся <i>умеет</i> : – применять методы моделирования систем параметров работы узлов и систем производственных и технических

Индикаторы достижения компетенций	Результаты обучения по дисциплине (модулю)
профессиональной деятельности	систем; – разрабатывать метаматематические модели основных узлов и систем для решения задач прочности и динамики – разрабатывать математических моделей анализа и оптимизации узлов и деталей машиностроения – выбирать объекты исследования, – выбирать численные методы моделирования физических процессов в производственных и технологических системах в машиностроении
ОПК-1.3.1 Имеет навыки применения общеинженерных знаний, математического анализа в профессиональной деятельности	Обучающийся <i>имеет навыки</i>: – построения математических моделей и анализа и оптимизации объектов исследования, выбора численных методов их моделирования и разработки алгоритма решения задачи. – разработки математических моделей анализа и оптимизации узлов и деталей машиностроения – выбора численных методов моделирования физических процессов в производственных и технологических системах в машиностроении
ОПК-13 Способен применять стандартные методы расчета при проектировании деталей и узлов изделий машиностроения	
ОПК-13.1.1 Знает стандартные методы расчета при проектировании деталей и узлов изделий машиностроения	Обучающийся <i>знает</i>: – стандартные методы статических, кинематических и динамических расчетов деталей и узлов машиностроения. – вычислительные программы для моделирования деталей и узлов в машиностроении
ОПК-13.2.1 Умеет применять стандартные методы расчета при проектировании деталей и узлов изделий машиностроения	Обучающийся <i>умеет</i>: – применять стандартные методы статических, кинематических и динамических расчетов деталей и узлов машиностроения. – применять вычислительные программы для моделирования деталей и узлов в машиностроении
ОПК-13.3.1 Владеет стандартными методами расчета при проектировании деталей и узлов изделий машиностроения	Обучающийся <i>владеет навыками</i> – использования современных вычислительных средств и программных комплексов для решения задач математического моделирования. – статических расчетов металлоконструкций, узлов и агрегатов машиностроительных комплексов – динамических расчетов металлоконструкций, узлов и агрегатов машиностроительных комплексов

3. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1 «Дисциплины (модули)».

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Для очной формы обучения:

Таблица 4.1.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр
		5
Контактная работа (по видам учебных занятий)	64	64
В том числе:		
– лекции (Л)	32	32
– практические занятия (ПЗ)	-	-
– лабораторные работы (ЛР)	32	32
Самостоятельная работа (СРС) (всего)	40	40
Контроль	4	4
Форма контроля (промежуточной аттестации)	3	3
Общая трудоемкость: час / з.е.	108/3,0	108/3,0

Примечание: «Форма контроля» –зачет (3).

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
1	Основные понятия математического моделирования.	Лекция 1 Понятие о модели. Виды моделей и их свойства. Понятие о математических моделях. Виды математических моделей. Средства изучения математических моделей.	ОПК-1.1.1 ОПК-13.1.1
		Лабораторная работа 1 Виды моделей применяемые для изучения прочности и динамики механических систем	ОПК-1.2.3 ОПК-1.3.1 ОПК-13.2.1
		Самостоятельная работа Объективность моделей реальных объектов. Преимущества и недостатки моделей реальных объектов	ОПК-13.3.1
2	Математические модели для изучения прочности, устойчивости и динамических качеств узлов и агрегатов машиностроительных систем и конструкций	Лекция 2 Понятие о напряжениях. Теория напряжённого состояния. Основные уравнения теории упругости. Уравнения Ламе. Лекция 3 Понятие о плоском напряженном состоянии и плоской деформации. Прикладные задачи теории упругости.	ОПК-1.1.1 ОПК-13.1.1

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
		Лабораторная работа 2 Основные элементы интерфейса пакета прикладных программ Solid Works Лабораторная работа 3 (4 часа) Изучение специальных методик построения сложных 3-х мерных моделей	ОПК-1.2.3 ОПК-1.3.1 ОПК-13.2.1 ОПК-13.3.1
		Самостоятельная работа Подготовка конспекта лекций с использованием рекомендованной литературы. Опережающая подготовка к практическим занятиям	ОПК-1.1.1 ОПК-13.1.1
3	Математические методы решения задач прочности узлов и агрегатов машиностроительных систем и конструкций	Лекция 4 Общие понятия о численных методах решения задач математической физики. Метод Рунге. Метод взвешенных невязок. Метод Бундмана - Галеркина. Метод конечных разностей. Лекция 5 Преимущества и недостатки численных методов, погрешности возникающие при использовании численных методов. Методы минимизации погрешности при использовании численных методов. Лекция 6. (4 часа) Основное уравнение метода конечных элементов (МКЭ) при статическом анализе. Пакеты прикладных программ, реализующие метод конечных элементов. Расчеты конструкций с использованием МКЭ.	ОПК-1.1.1 ОПК-13.1.1
		Лабораторная работа 4 (4 часа) Создание многокомпонентных моделей – сборок. Выполнение кинематического расчета 3-х мерной модели. Лабораторная работа 5 (4 часа) Моделирование простейших механических систем с использованием пакета прикладных программ SolidWorks Лабораторная работа 6 Проведение статических расчетов несущих элементов на прочность с использованием средств конечно-элементного анализа с помощью модуля Simulation. Лабораторная работа 7 Проведение динамических расчетов несущих элементов на прочность с использованием средств конечно-элементного анализа с помощью модуля Simulation.	ОПК-1.2.3 ОПК-1.3.1 ОПК-13.2.1 ОПК-13.3.1

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
		Самостоятельная работа Подготовка конспекта лекций с использованием рекомендованной литературы. Опережающая подготовка к практическим занятиям	ОПК-1.1.1 ОПК-13.1.1
4	Расчет частот и форм собственных колебаний конструкций	Лекция 7 Основные понятия о колебаниях упругих систем. Свободные и вынужденные колебания. Частота и форма колебаний. Явление резонанса. Лекция 8 (4 часа) Расчет частот и форм собственных колебания систем без демпфирования. Виды демпфирования (сухое и вязкое трение). Расчет частот и форм собственных колебаний с учетом демпфирования.	ОПК-1.1.1 ОПК-13.1.1
		Лабораторная работа 8 Расчет частот и форм собственных колебаний упругих систем без демпфирования Лабораторная работа 9 (4 часа) Расчет частот и форм собственных колебаний упругих систем с учетом демпфирования	ОПК-1.2.3 ОПК-1.3.1 ОПК-13.2.1 ОПК-13.3.1
		Самостоятельная работа Подготовка конспекта лекций с использованием рекомендованной литературы. Опережающая подготовка к практическим занятиям	ОПК-1.1.1 ОПК-13.1.1
5	Методы решения задач линейного программирования.	Лекция 9 (4 часа) Численные методы решения задач линейного программирования (поиск экстремума функции одной переменной). Классификация численных методов решения задач линейного программирования. Методы поиска экстремума функции одной переменной. Классический метод минимизации (максимизации) функции одной переменной. Метод равномерного перебора. Метод золотого сечения	ОПК-1.1.1 ОПК-13.1.1
		Лабораторная работа 10 Метод равномерного перебора	ОПК-1.2.3 ОПК-1.3.1 ОПК-13.2.1 ОПК-13.3.1
		Самостоятельная работа Подготовка конспекта лекций с использованием рекомендованной литературы. Опережающая подготовка к практическим занятиям	ОПК-1.1.1 ОПК-13.1.1

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
6	Численные методы решения задач нелинейного программирования (поиск экстремума функции n – переменных)	Лекция 10 Метод линеаризации (приведения задачи нелинейного программирования к задаче линейного программирования). Метод покоординатного спуска в задачах без ограничений. Метод покоординатного спуска в задачах с ограничениями	ОПК-1.1.1 ОПК-13.1.1
		Лабораторная работа 11 Метод покоординатного спуска	ОПК-1.2.3 ОПК-1.3.1 ОПК-13.2.1 ОПК-13.3.1
		Самостоятельная работа Подготовка конспекта лекций с использованием рекомендованной литературы. Опережающая подготовка к практическим занятиям	ОПК-1.1.1 ОПК-13.1.1
7	Методы решения многокритериальных задач оптимизации	Лекция 11 Метод поиска Парето – эффективных решений. Метод решения многокритериальных задач оптимизации с использованием обобщенного (интегрального) критерия. Аддитивный критерий. Мультипликативный критерий. Максиминный (минимаксный) критерий. Основные принципы выбора критериев оптимальности.	ОПК-1.1.1 ОПК-13.1.
		Лабораторная работа 12 Методы многокритериальной оптимизации	ОПК-1.2.3 ОПК-1.3.1 ОПК-13.2.1 ОПК-13.3.1
		Самостоятельная работа Подготовка конспекта лекций с использованием рекомендованной литературы. Опережающая подготовка к практическим занятиям	ОПК-1.1.1 ОПК-13.1.1
8	Применение методов спектрального и корреляционного анализа для решения задач вынужденных колебаний	Лекция 13 Линеаризация механических систем. Понятие о случайных процессах и функциях. Характеристики случайных процессов. Лекция 14 Каноническое разложение случайного процесса. Спектр плотности мощности. Анализ случайных колебаний с использованием спектра плотности мощности	ОПК-1.1.1 ОПК-13.1.
		Самостоятельная работа Подготовка конспекта лекций с использованием рекомендованной литературы. Опережающая подготовка к практическим занятиям	ОПК-1.1.1 ОПК-13.1.1

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
1	Основные понятия математического моделирования.	2	-	2	5	9
2	Математические модели для изучения прочности, устойчивости и динамических качеств узлов и агрегатов машиностроительных систем и конструкций	4	-	6	5	15
3	Математические методы решения задач прочности узлов и агрегатов машиностроительных систем и конструкций	8	-	12	5	25
4	Расчет частот и форм собственных колебаний конструкций	6	-	6	5	17
5	Методы решения задач линейного программирования.	4	-	2	5	11
6	Численные методы решения задач нелинейного программирования (поиск экстремума функции n – переменных)	2	-	2	5	9
7	Методы решения многокритериальных задач оптимизации	2	-	2	5	9
8	Применение методов спектрального и корреляционного анализа для решения задач вынужденных колебаний автотранспортных средств.	4	-	-	5	9
Итого		32	-	32	40	104
Контроль						4
Всего (общая трудоемкость, час.)						108

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/> - 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» – это научная электронная библиотека, построенная на парадигме открытой науки (Open Science), основными задачами которой является популяризация науки и научной деятельности, общественный контроль качества научных публикаций, развитие междисциплинарных исследований, современного института научной рецензии и повышение цитируемости российской науки. – 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.