Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 20.10.2023 12:28:30
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждениевысшего образования
«Московский политехнический университет» («Московский Политех»)Кафедра «Наземные транспортные средства»

УТВЕРЖДАЮ

Декан транспортного факультета

/П. Итурралде/

« 28 » августа 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Математическое моделирование технических систем»

Направление подготовки – 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства»Профиль – «Перспективные транспортные средства» Квалификация (степень) выпускника – инженер

Форма обучения – очная

Москва
2021 г.

1. Цели и задачи дисциплины

Целью преподавания дисциплины «Математическое моделирование технических систем» является формирование у обучающегося концептуального представления о возможностях, которые предоставляет математическое моделирование для решения задач проектирования и исследования технических систем, методах построения математических моделей систем различного характера, а также современных средствах реализации и исследования этих моделей.

Достижение данной цели подразумевает необходимость в процессе обучения решения ряда задач, а именно:

- Рассмотрение основных математических методов, применяемых для моделирования технических систем.
- Освоение рационального подхода к выбору методов для построения математических моделей при решении конкретных задач.
- Овладении навыками работы с прикладным программным обеспечением, позволяющим реализовывать и проводить исследования математических моделей.

2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы(ООП) специалитета

Дисциплина относится к обязательной части блока 1 ООП специалитета (Б. 1.1.31). Содержательно и методически она связана со следующими входя- щими в ООП специалитета дисциплинами:

- Электротехника и электроника (Б1.1.06).
- Теоретическая механика (Б1.1.16).
- Теория механизмов и машин (Б1.1.17).
- Детали машин и основы конструирования (Б1.1.18.)
- Сопротивление материалов (Б1.1.19).
- Надѐжность механических систем (Б1.1.20).
- Метод конечных элементов (Б1.1.21).
- Динамика и прочность машин (Б1.1.22).
- Прикладная теория колебаний (Б1.1.23).
- Современные средства программирования в задачах механики транспортных средств (Б1.1.24).
- Термодинамика и теплопередача (Б1.1.25).
- Энергетические установки наземных транспортных средств (Б1.1.26).
- Гидравлика и гидропневмопривод (Б1.1.27).
- Системный инжиниринг в автомобилестроении (Б1.1.32).
- Устройство автомобиля (Б1.1.34).
- Конструкция автомобиля (Б1.1.35).
- Теория автомобиля (Б1.1.36).
- Конструирование и расчѐт автомобиля (Б1.1.37).
- Линейная алгебра (Б1.1.39.1).
- Математический анализ (Б.1.1.39.2).
- Физика (Б.1.1.39.3).
- Численные методы (Б1.1.39.5)

– Электрооборудование автомобиля (Б1.2.04).
– Автоматические системы автомобиля (Б1.2.11).
– Особенности конструкции электромобилей (Б.1.2.14).
– Автомобили с комбинированными энергетическими установками (Б1.2.15).
– Системы автоматизированного проектирования автомобиля (Б1.2.ЭД.2.1).
– Специализированный подвижной состав (Б1.2.ЭД.3.1).
– Специальные транспортные средства (Б1.2.ЭД.3.2).
– Конструкция колѐсных и гусеничных транспортно-тяговых машин(Б1.2.ЭД.4.1).
– Конструкция многоцелевых колѐсных машин (Б1.2.ЭД.4.2).
– Теория колѐсных и гусеничных транспортно-тяговых машин (Б1.2.ЭД.5.1).
– Теория многоцелевых колѐсных машин (Б1.2.ЭД.5.2).

3. Перечень планируемых результатов освоения дисциплины, соотнесённые с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы нижеследующие компетенции с достижением соответствующих результатов:

Код и содержание компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Перечень планируемых результатов
Профессиональные компетенции		
ПК-4. Способен выпол- нить инженерные расчѐ-ты АТС.	ИПК-4.1. Обладание знаниями методов и программнотехническ ихсредств выполнения расчѐтов, методик про-ведения расчѐтов системАТС и их компонентов, физических и механиче-ских характеристик кон-струкционных материа- лов АТС и их компонен-тов для выполнения ин-женерных расчѐтов АТС. ИПК-4.2. Умение при-менять знания методов и программнотехнически хсредств выполнения расчѐтов, методик про-ведения расчѐтов системАТС и их компонентов, физических и механиче-ских характеристик кон-струкционных материа- лов АТС и их компонен-тов для выполнения ин-женерных расчѐтов АТС. ИПК-4.3. владеет навы- ками выполнения инже-нерных расчѐтов АТС.	*Знание* возможностей, предо-ставляемых математически- ми моделями, основных по-ложений физики и методов математики, применяемых для их построения, а также средств их реализации и ис-следования. *Умение* определять переченьзадач, решение которых необходимо для построения математической модели тех-нической системы, исходя изимеющейся цели моделиро- вания, применять упомяну- тые положения физики и ме-тоды математики для по-строения математических моделей конкретных техни-ческих систем. *Владение* базовыми навыка-ми по выбору рациональных методов математического описания технических си- стем с учѐтом особенностей их принципов действия и конструкций, а также по про-гнозированию временны х и трудовых затрат на построе- ние, реализацию и исследо-вание адекватной математи-ческой модели технической системы.

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоѐмкость дисциплины составляет 2 зачѐтные единицы (72 академических часа). Из них 36 академических часов отводится на аудиторные занятия (в том числе 18 академических часов лекций и 18 академических часов лабораторных занятий) и 36 академических часов – на самостоятельную работу обучающегося.

Распределение лекционных, лабораторных и самостоятельных занятий по срокам и темам, приведено в приложении 1 к настоящей рабочей программе.

Содержание лекционного курса по разделам дисциплины:

1) Введение в дисциплину.
   Предмет, цель, задачи и содержание дисциплины. Связанные области знания. Краткая история развития методов и средств математического моделирования, его значение в современной технике и науке.
2) Базовые понятия математического моделирования.
   Понятия модели и моделирования. Многообразие объектов моделирования. Модель как средство изучения систем и прогнозирования. Адекватность модели и область еѐ применимости. Виды моделирования и их взаимосвязь. Математический аппарат как наиболее универсальное средство построения моделей. Классификация математических моделей.
3) Экстремальные задачи в математическом моделировании.
   Суть экстремальных задач. Понятие целевой функции математической модели. Однокритериальные и многокритериальные задачи, краткий обзор методов их решения.
4) Современные средства реализации и исследования математических моделей.
   Современная вычислительная техника и прикладное программное обеспечение как средства реализации и исследования математических моделей. Табличные процессоры: «Excel», «Calc» и др. Среды программирования на языках высокого уровня: «Fortran», «Pascal», «C», «MATLAB», «Scilab» и др. Системы компьютерной математики: «Mathcad», «Maple», «Mathematica», «SMath Studio» и др. Средства графического программирования: «Simulink», «Xcos» и др. Средства имитационной визуализации математических моделей: «MapleSim» и др.
5) Система компьютерной математики «SMath Studio».
   Назначение и возможности системы «SMath Studio», еѐ место среди прочих средств решения задач математического моделирования. Интерфейс системы «SMath Studio», основные еѐ инструменты и приѐмы работы с ними. Решение простейших математических задач в среде «SMath Studio».
6) Средство графического программирования «Xcos».
   Назначение и возможности среды программирования на языке высокого уровня «Scilab» еѐ место среди прочих средств решения задач математического моделирования. Средство графического программирования «Xcos» среды «Scilab». Интерфейс средства «Xcos», основные его инструменты и приѐмы работы с ними. Решение простейших математических задач в среде «Xcos».
7) Статические математические модели механических систем.
   Эквивалентная расчѐтная схема и рациональный выбор еѐ структуры. Силовые воздействия и связи механических систем в статике, их представление на расчѐтных схемах. Использование методов статики и кинематики для построения математических моделей. Примеры статических математических моделей механических систем.
8) Динамические математические модели механических систем в инерциальных системах отсчѐта.
   Использование методов классической механики для построения динамических математических моделей. Принцип Д’Аламбера – Лагранжа и диффе-

ренциальные уравнения движения. Применение принципа Д'Аламбера – Лагранжа к механическим системам с неголономными связями. Связи, силовые воздействия, силы и моменты инерции механических систем в динамике, их представление на расчѐтных схемах. Примеры динамических математических моделей механических систем в инерциальных системах отсчѐта.

9) Динамические математические модели механических систем в неинерциальных системах отсчѐта.
   Особенности применения методов классической механики для построения математических моделей механических систем в неинерциальных системах отсчѐта. Силы и моменты инерции, обусловленные неинерциальностью системы отсчѐта, их представление на расчѐтных схемах. Примеры динамических математических моделей систем в неинерциальных системах отсчѐта.
10) Регрессионные модели.
   Регрессия как способ математического описания трудноформализуемых объектов. Методы построения регрессионных зависимостей. Полиномиальная регрессия. Аппроксимационная теорема Вейерштрасса. Особенности применения регрессионных моделей. Примеры регрессионных моделейтехнических систем.
11) Стохастические математические модели.
   Проблемы, приводящие к необходимости построения стохастических математических моделей. Использование методов теории вероятностей и математической статистики для построения стохастических математических моделей. Моделирование случайных величин и случайных процессов. Примеры стохастических математических моделей технических систем.
12) Математическое моделирование гидравлических, пневматических, теплотехнических и электротехнических систем.
   Особенности математического моделирования гидравлических, пневматических, теплотехнических и электротехнических систем. Основные методы соответствующих прикладных дисциплин, используемые для построения математических моделей. Примеры математических моделей гидравличе- ских, пневматических, теплотехнических и электротехнических систем.

В рамках лабораторных занятий обучающимися совместно с преподавателем прорабатываются конкретные примеры построения, реализации и исследования математических моделей технических систем.

Содержание курса лабораторных занятий:

1) Решение задач Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений в системах компьютерной математики.
2) Моделирование апериодического процесса.
3) Исследование колебательных процессов.
4) Моделирование вынужденных колебаний двухмассовой системы.
5) Моделирование электрических цепей.

5. Образовательные технологии

Преподавание дисциплины подразумевает проведение наряду с занятиями лекционного типа лабораторных занятий.

В рамках первых используются способствующие усвоению курса интерактивные презентации.

Вторые проводятся по мере освоения лекционного курса с целью углубления и конкретизации полученных знаний. При проведении лабораторных занятий реализуется ступенчатый подход к выполнению поставленных задач с использованием сквозного обучения.

Для проведения лабораторных занятий используется свободно распространяемое прикладное программное обеспечение для персональных компьютеров «SMath Studio» и «Scilab» (модуль «Xcos»), посредством которого реализуются и исследуются математические модели.

Самостоятельная работа обучающихся имеет целью совершенствование знаний и навыков, приобретѐнных в рамках аудиторных занятий, и предполагает проработку конспекта лекций и литературных источников, а также подготовку к лабораторным занятиям.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Формой текущего контроля над успеваемостью является защита обучающимся лабораторных работ, проводящаяся ведущим курс лабораторных занятий преподавателем по результатам выполнения таковых в форме индивидуальных устных опросов.

Формой промежуточной аттестации по дисциплине является зачѐт.

Промежуточная аттестация проводится по результатам выполнения всех предусмотренных в течение семестра видов учебной работы при условии успешной защиты самостоятельно выполненных лабораторных работ. Оценка степени достижения обучающимся планируемых результатов обучения дисциплине проводится преподавателем, ведущим лекционные занятия по дисциплине, в ходе устного опроса методом экспертной оценки. Билет к зачѐту состоит из двух вопросов, список которых приведѐн в приложении 1 к настоящей рабочей программе.

По итогам промежуточной аттестации обучающемуся выставляется однаиз следующих оценок: «зачтено» или «не зачтено». Критерии оценивания по данной шкале, сопоставленные с показателями, сведены в нижеследующую таблицу.

ПК-4. Способен выполнить инженерные расчѐты АТС.		
Показатель	Критерии оценивания	
	Не зачтено	Зачтен о
Знание возможностей, предо- ставляемых математическимимоделями, основных положе-ний физики и методов мате-матики, применяемых для их построения, а также средств их реализации и исследова- ния.	Обучающийся демонстрируетотсутствие знаний или не- верные знания о возможно- стях, предоставляемых мате-матическими моделями, ос-новных положениях физики иметодах математики, приме- няемых для их построения а также средствах их реализа-ции и исследования.	Обучающийся демонстрируетдостаточно полные знания о возможностях, предоставля-емых математическими мо-делями, основных положени- ях физики и методах матема- тики, применяемых для их построения а также средствахих реализации и исследова-ния.
Умение определять перечень задач, решение которых необходимо для построения математической модели тех- нической системы, исходя из имеющейся цели моделиро-вания, применять упомяну-тые положения физики и ме- тоды математики для постро-ения математических моде- лей конкретных технических систем.	Обучающийся не демонстри-рует умение, исходя из име- ющейся цели, определять пе-речень задач, чьѐ решение необходимо для построения математической модели тех- нической системы, и приме- нять упомянутые положения физики и методы математикидля построения математиче-ских моделей конкретныхтехнических систем.	Обучающийся демонстрируетумение, исходя из имеющей- ся цели, определять перечень задач, чьѐ решение необхо-димо для построения матема-тической модели техническойсистемы, и применять упомя-нутые положения физики и методы математики для по-строения математических моделей конкретных техни-ческих систем.
Владение базовыми навыка-ми по выбору рациональных методов математического описания технических системс учѐтом особенностей их принципов действия и кон-струкций, а также по прогно- зированию временны х и тру- довых затрат на построение, реализацию и исследование адекватной математической модели технической системы.	Обучающийся не демонстри-рует навыки по выбору раци-ональных методов математи-ческого описания техниче- ских систем с учѐтом особен-ностей их принципов дей-ствия и конструкций и спо-собность к сравнительной оценке трудоѐмкости реали-зации и исследованию мате- матической модели техниче- ской системы различными методами и средствами.	Обучающийся демонстрируетнавыки по выбору рацио- нальных методов математи- ческого описания техниче- ских систем с учѐтом особен-ностей их принципов дей-ствия и конструкций и спо-собность к сравнительной оценке трудоѐмкости реали-зации и исследованию мате-матической модели техниче- ской системы различными методами и средствами.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Учебно-методическое обеспечение дисциплины составляет следующая рекомендуемая литература:

а) Основная:

1. Тарасик В. П. Математическое моделирование технических систем: Учеб. для вузов. – Минск: Дизайн ПРО, 2009. – 640 с.

б) Дополнительная:

1. Алиев А. В., Мищенкова О. В. Математическое моделирование в технике. – М. – Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2012. – 476 с.

2. Горлач Б. А., Шахов В. Г. Математическое моделирование. Построение моделей и численная реализация: Учеб. пособие. – СПб.: Лань, 2016. –292 с.
3. Морозов К. Е. Математическое моделирование в научном познании. – М.: Мысль, 1969. – 212 с.
4. Осташков В. Н. Практикум по решению инженерных задач математическими методами: Учеб. пособие. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. – 200 с.

Информационное обеспечение дисциплины составляет используемое в рамках занятий свободно распространяемое прикладное программное обеспечение для персональных компьютеров «SMath Studio» и «Scilab» (модуль «Xcos») актуальных версий, предназначенное для компьютерной реализации математических моделей их исследования и визуализации полученных результатов (официальные адреса в глобальной информационно-телекоммуникационной компьютерной сети «Internet»: http://ru.smath.info и http://www.scilab.org соответственно, проверено 24.09.2023). Кроме того в состав информационного обеспечения дисциплины входят следующие, представленные для свободного доступа в глобальной информационно-телекоммуникационной компьютерной сети «Internet» электронные ресурсы:

1. «Введение в математическое моделирование» (режим доступа: http://www.intuit.ru/studies/courses/2260/156/info, проверено 24.09.2023).
2. «Моделирование систем с сосредоточенными параметрами (базовый курс)» (режим доступа: http://bigor.bmstu.ru/?cnt/?doc=Mod/base.cou, проверено 24.09.2023).
3. «Моделирование систем с распределѐнными параметрами (базовый курс)» (режин доступа: http://bigor.bmstu.ru/?cnt/?doc=Mkr/base.cou, проверено 24.09.2023).

в) электронно-образовательные ресурсы

ЭОР находится в разработке.

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Лекционные занятия проводятся в аудиториях Н-203, Н-205, Н-221, оборудованных помимо традиционных средств обеспечения учебного процесса техническими средствами для демонстрации интерактивных презентаций (системными блоками с необходимыми периферийными устройствами, а также системным и прикладным программным обеспечением, активными динамиками, мультимедиа-проекторами, экранами, интерактивными досками).

Лабораторные занятия проводятся в специализированных аудиториях Н-206 и Н-306, оборудованных помимо традиционных средств обеспечения учебного процесса компьютеризированными рабочими местами с необходимыми периферийными устройствами, а также системным и прикладным программным обеспечением, активными динамиками, мультимедиа-проекторами, экранами и интерактивными досками.

Программа составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования и учебным планом подготовки инженеров по направлению 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства» (профиль «Перспективные транспортные средства») на очной форме обучения.

Программу составил
доцент кафедры, к. т. н.: / А. Е. Есаков /

Согласовано:

Заведующий кафедрой,
д. т. н., проф.: / А. В. Келлер /

Приложение 1

Структура и содержание дисциплины «Математическое моделирование технических систем»направления подготовки 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства» (профиль «Перспективные транспортные средства», очная форма обучения)

Раздел	Семестр	Неделя семестра	Трудоёмкость учебной работы по видам, академические часы					Виды самостоятельной работы обучающегося				Формы аттестации	
			Л	ПЗ / С	ЛР	СРС	КСР	КП	РГР	Р	КР	З	Э
1) Введение в дисциплину	8	1	1	0	0	2	0	—	—	—	—	+	—
2) Базовые понятия математического моделирования		1	1	0	0	2	0						
3) Экстремальные задачи в математическом моделировании		2	2	0	0	4	0						
4. Современные средства реализации и исследования математических моделей		3 – 4	2	0	2	2	0						
5) Система компьютерной математики «SMath Studio»		5 – 6	1	0	2	4	0						
6) Средство графического программирования «Xcos»		6 – 7	1	0	2	4	0						

Раздел	Семестр	Неделя семестра	Трудоёмкость учебной работы по видам, академические часы					Виды самостоятельной работы обучающегося				Формы аттестации	
			Л	ПЗ / С	ЛЗ	СРС	КСР	КП	РГР	Р	КР	З	Э
7) Статические математические моделимеханических систем	8	8 – 9	2	0	2	4	0	—	—	—	—	+	—
8) Динамические математические модели механических систем в инерциальных системах отсчѐта		10 – 11	1	0	2	4	0						
9) Динамические математические модели механических систем в неинерциальных системах отсчѐта		11 – 12	1	0	2	4	0						
10) Регрессионные модели		13 – 14	2	0	2	2	0						
11) Стохастические математические модели		15 – 16	2	0	2	2	0						
12) Математическое моделирование гидравлических, пневматических, теплотехнических и электротехнических систем		17 – 18	2	0	2	2	0						
Итого		18	18	0	18	36	0	—	—	—	—	+	—

Л – лекции; ПЗ / С – практические занятия или семинары; ЛЗ – лабораторные занятия; СРС – самостоятельная работа обучающегося; КСР – контроль самостоятельной работы; КП – курсовой проект; РГР – расчѐтно-графическая работа; Р – реферат; КР – курсовая работа; З – зачѐт; Э – экзамен.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждениевысшего образования
«Московский политехнический университет» («Московский Политех»)

Направление подготовки – 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства»Профиль – «Перспективные транспортные средства» Квалификация (степень) выпускника – инженер
Вид профессиональной деятельности – в соответствии с ФГОС ВО

Кафедра «Наземные транспортные средства»

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
по дисциплине
«Математическое моделирование технических систем»

Составитель – к. т. н. Есаков А. Е.

Москва
2021 г.

Показатели уровня сформированности компетенций

Формируемые и демонстрируемы еобучающимся компетенции		Перечень компонентов	Технологии формирования компетенций	Формы оценочных средств	Уровни освоения компетенций
Код	Формулировка				

ПК-4	Способен выполнить инже-нерные расчѐты АТС.	*Знание* возможностей, предоставляе- мых математическими моделями, ос- новных положений физики и методовматематики, при-меняемых для их по-строения, а также средств их реализа-ции и исследования. *Умение* определять перечень задач, ре-шение которых необходимо для по-строения математической модели тех- нической системы, исходя из имею- щейся цели моделирования, применять упомянутые положения физики и мето-ды математики для построения матема-тических моделей конкретных техниче-ских систем. *Владение* базовыми навыка-ми по вы- бору рациональных методов математи- ческого описания технических систем сучѐтом особенностей их принципов действия и конструкций, а также по прогнозированию временны х и трудо- вых затрат на построение, реализацию и исследование адекватной математи-ческой модели технической системы.	Лекции. Лабораторные занятия. Самостоятельная работа.	Устный опрос.	*Базовый уровень:* воспроизве- дение полученных знаний и навыков в ходе промежуточной аттестации. *Повышенный уровень:* приме-нение полученных знаний и навыков к ситуациям, выходя-щих за рамки рассмотренных на аудиторных занятиях.

Вопросы к зачѐту:

1) Понятие модели, объекта моделирования, предмета моделирования. Виды моделирования.
2) Взаимосвязь знакового, предметного и умозрительного моделирования. Модель, являющаяся симулякром.
3) Понятие математической модели. Математическое моделирование и симуляция. Классификация математических моделей.
4) Цели математического моделирования и возможности, им предоставляемые. Большие системы как объект математического моделирования. Адекватность математической модели и область еѐ применимости.
5) Структурные и функциональные математические модели. Объекты моделирования типа «белый ящик», «чѐрный ящик» и «серый ящик».
6) Особенности построения математических моделей для решения экстремальных задач.
7) Классификация современных средств реализации и исследования математических моделей, и их сравнительная характеристика.
8) Способы визуального представления результатов симуляции.
9) Система компьютерной математики «SMath Studio», еѐ назначение, концепция и основные возможности.
10) Средство графического программирования «Xcos», его назначение, концепция и основные возможности.
11) Области применения классической, релятивистской и квантовой механик при построении математических моделей.
12) Эквивалентные расчѐтные схемы механических систем. Связи, силовые воздействия, силы инерции.
13) Методы математического моделирования механических систем с сосредоточенными и распределѐнными параметрами.
14) Механические системы материальных точек и абсолютно твѐрдых тел, как объекты математического моделирования Статические и динамические математические модели механических систем.
15) Использование методов статики и кинематики для построения математических моделей механических систем.
16) Дифференциальные уравнения как математический аппарат описания динамических систем. Виды связанных с ними задач. Методы решения таковых.
17) Составление уравнений движения для систем с голономными связями.
18) Составление уравнений движения для систем с неголономными связями.
19) Особенности математического моделирования динамических систем в неинерциальных системах отсчѐта.
20) Регрессионные модели технических систем, область их применения и осо-бенности построения.
21) Полиномиальная регрессия. Аппроксимационная теорема Вейерштрасса. Суть метода наименьших квадратов.
22) Детерминированные и стохастические математические модели. Математическое моделирование случайных величин и случайных процессов.
23) Особенности синтеза целевой функции в стохастических экстремальныхзадачах математического моделирования.

24) Особенности математического моделирования гидравлических и пневматических систем.
25) Особенности математического моделирования теплотехнических систем.
26) Особенности моделирования электротехнических систем.