

**Федеральное государственное автономное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Московский физико-технический институт  
(национальный исследовательский университет)»**

**УТВЕРЖДЕНО**

**Проректор по учебной работе и  
довузовской подготовке**

**А.А. Воронов**

	<b>Рабочая программа дисциплины (модуля)</b>
<b>по дисциплине:</b>	Методология математического моделирования
<b>по направлению:</b>	Прикладные математика и физика
<b>профиль подготовки:</b>	Современная механика и робототехника кафедра теоретической механики кафедра теоретической механики
<b>курс:</b>	1
<b>квалификация:</b>	магистр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 1 (осенний) - Зачет

Аудиторных часов: 30 всего, в том числе:

лекции: 30 час.

семинары: 0 час.

лабораторные занятия: 0 час.

Самостоятельная работа: 15 час.

Всего часов: 45, всего зач. ед.: 1

Количество контрольных работ, заданий: 2

Программу составил: В.В. Сидоренко, д-р физ.-мат. наук, профессор, профессор

Программа обсуждена на заседании кафедры теоретической механики 09.04.2020

## Аннотация

Построение математической модели изучаемого явления, исследование этой математической модели, интерпретация результатов исследования – обычная последовательность действий во многих разделах науки. В большинстве случаев ученые, работающие с математическими моделями, опираются на свой опыт и здравый смысл и не испытывают особой необходимости в методологическом осмыслении своей деятельности. Тем не менее, для тех, кто делает первые шаги, будет полезен «курс молодого бойца» с описанием и анализом разных типичных ситуаций, возникающих в практике специалиста, занимающегося математическим моделированием.

### 1. Цели и задачи

#### Цель дисциплины

Целью данного курса является рассмотрение различных аспектов применения математики для исследования процессов в окружающем нас мире.

#### Задачи дисциплины

В результате изучения этого курса студент должен получить представление о критериях, которыми следует руководствоваться при построении математической модели явления, научиться выбирать адекватные математической модели методы исследования и приобрести навыки интерпретации результатов анализа математической модели.

### 2. Перечень формируемых компетенций

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.1 Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними
УК-6 Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки	УК-6.1 Умеет решать задачи собственного личностного и профессионального развития, определять и реализовывать приоритеты совершенствования собственной деятельности
ОПК-2 Имеет представление об актуальных проблемах науки и техники в области своей профессиональной деятельности, способен на научном языке формулировать профессиональные задачи	ОПК-2.3 Владеет профессиональной терминологией, используемой в современной научно-технической литературе, обладает навыками устного и письменного изложения результатов научной деятельности в рамках профессиональной коммуникации
	ОПК-2.1 Имеет представление о современном состоянии исследований в рамках тематической области своей профессиональной деятельности
ОПК-4 Способен успешно реализовывать решение поставленной задачи, провести анализ результата и представить выводы, применяя знания и навыки в области физико-математических наук и информационно-коммуникационных технологий	ОПК-4.1 Способен применять знания и навыки по использованию информационно-коммуникационных технологий для поиска и изучения научной литературы, применения прикладных программных продуктов
ПК-1 Способен ставить, формализовывать и решать задачи, в том числе разрабатывать и исследовать математические модели изучаемых явлений и процессов, системно анализировать научные проблемы, получать новые научные результаты	ПК-1.1 Способен находить, анализировать и обобщать информацию об актуальных результатах исследований в рамках тематической области своей профессиональной деятельности

### 3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны знать:

- методы математического моделирования.

уметь:

- ☐ применять методы математического моделирования.

владеть:

- ☐ методами математического моделирования.

#### 4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

##### 4.1. Разделы дисциплины (модуля) и трудоемкости по видам учебных занятий

№	Тема (раздел) дисциплины	Трудоемкость по видам учебных занятий, включая самостоятельную работу, час.			
		Лекции	Семинары	Лаборат. работы	Самост. работа
1	Модель в прикладном исследовании	5			2
2	Выбор методов исследования	5			2
3	Интерпретация результатов математического модели	5			2
4	Ошибки в выборе модели	5			3
5	Специфика математических моделей управляемых технических систем	5			3
6	Математические модели экономических и социальных процессов	5			3
Итого часов		30			15
Подготовка к экзамену		0 час.			
Общая трудоёмкость		45 час., 1 зач.ед.			

##### 4.2. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)

Семестр: 1 (Осенний)

###### 1. Модель в прикладном исследовании

Модель в прикладном исследовании. «Мягкие» и «жесткие» математические модели. Адекватность, простота и оптимальность модели. Феноменологические и полуэмпирические законы. Влияние неучитываемых факторов.

###### 2. Выбор методов исследования

Выбор методов исследования. Прикидки и гипотезы. Детерминированность и случайность. Введение малого параметра.

###### 3. Интерпретация результатов математического модели

Интерпретация результатов математического модели. Анализ предельных случаев. Представление результатов.

###### 4. Ошибки в выборе модели

Ошибки в выборе модели. Ошибки в выборе метода исследования. Математические ошибки.

5. Специфика математических моделей управляемых технических систем

Специфика математических моделей управляемых технических систем.

6. Математические модели экономических и социальных процессов

Математические модели экономических и социальных процессов.

## **5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Компьютер и мультимедийное оборудование (проектор, интерактивная доска).

## **6. Перечень рекомендуемой литературы**

### **Основная литература**

1. Математические методы классической механики [Текст] / В. И. Арнольд - М. Наука, 1979
2. Механика и прикладная математика [Текст], логика и особенности приложений математики / И. И. Блехман, А. Д. Мышкис, Я. Г. Пановко, - М., Наука, 1983
3. Принципы построения моделей [Текст] / П. С. Краснощеков, А. А. Петров, - М., ФАЗИС : ВЦ РАН, 2000
4. Математические задачи системного анализа [Текст] / Н. Н. Моисеев - М. Наука, 1981

### **Дополнительная литература**

1. Теория катастроф [Текст] / В. И. Арнольд, - М., Наука, 1990
2. Введение в нелинейную физику. От маятника до турбулентности и хаоса [Текст] / Г. М. Заславский, Р. З. Сагдеев, - М., Наука, 1988

## **7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

<http://lib.mipt.ru/> – электронная библиотека Физтеха

<http://www.edu.ru> – федеральный портал «Российское образование».

<http://benran.ru> – библиотека по естественным наукам Российской академии наук

[https://mipt.ru/education/chair/theoretical\\_mechanics/](https://mipt.ru/education/chair/theoretical_mechanics/) - сайт кафедры теоретической механики МФТИ

## **8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень необходимого программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

На лекционных занятиях используются мультимедийные технологии, включая демонстрацию презентаций, а также программные пакеты Wolfram Mathematica и Matlab.

## **9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

Успешное освоение курса требует большой самостоятельной работы студента. В программе курса приведено минимально необходимое время для работы студента над темой.

Самостоятельная работа включает в себя:

- чтение и конспектирование рекомендованной литературы,
- проработку учебного материала (по конспектам лекций, учебной и научной литературе);
- решение задач, предлагаемых студентам на лекциях,

– подготовку к контрольным, самостоятельным работам и тестам.

Руководство и контроль за самостоятельной работой студента осуществляется в результате анализа итогов контрольных, самостоятельных работ и тестов, а также индивидуальных консультаций.

Показателем владения материалом служит умение решать задачи. Для формирования умения применять теоретические знания на практике студенту необходимо решать как можно больше задач.

## ПРИЛОЖЕНИЕ

### ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

**по направлению:** Прикладные математика и физика  
**профиль подготовки:** Современная механика и робототехника  
кафедра теоретической механики  
кафедра теоретической механики  
**курс:** 1  
**квалификация:** магистр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 1 (осенний) - Зачет

**Разработчик:** В.В. Сидоренко, д-р физ.-мат. наук, профессор, профессор

## 1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.1 Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними
УК-6 Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки	УК-6.1 Умеет решать задачи собственного личностного и профессионального развития, определять и реализовывать приоритеты совершенствования собственной деятельности
ОПК-2 Имеет представление об актуальных проблемах науки и техники в области своей профессиональной деятельности, способен на научном языке формулировать профессиональные задачи	ОПК-2.3 Владеет профессиональной терминологией, используемой в современной научно-технической литературе, обладает навыками устного и письменного изложения результатов научной деятельности в рамках профессиональной коммуникации
	ОПК-2.1 Имеет представление о современном состоянии исследований в рамках тематической области своей профессиональной деятельности
ОПК-4 Способен успешно реализовывать решение поставленной задачи, провести анализ результата и представить выводы, применяя знания и навыки в области физико-математических наук и информационно-коммуникационных технологий	ОПК-4.1 Способен применять знания и навыки по использованию информационно-коммуникационных технологий для поиска и изучения научной литературы, применения прикладных программных продуктов
ПК-1 Способен ставить, формализовывать и решать задачи, в том числе разрабатывать и исследовать математические модели изучаемых явлений и процессов, системно анализировать научные проблемы, получать новые научные результаты	ПК-1.1 Способен находить, анализировать и обобщать информацию об актуальных результатах исследований в рамках тематической области своей профессиональной деятельности

## 2. Показатели оценивания компетенций

В результате изучения дисциплины «Методология математического моделирования» обучающийся должен:

### знать:

- методы математического моделирования.

### уметь:

- ☐ применять методы математического моделирования.

### владеть:

- ☐ методами математического моделирования.

## 3. Перечень типовых (примерных) вопросов, заданий, тем для подготовки к текущему контролю

Решение типовых задач на основе лекционных материалов и рекомендуемой литературы.

Темы курсовых:

1. Привести примеры механической модели с указанием учитываемых и неучитываемых в модели факторов
2. Оценить погрешность математической модели некоторого явления
3. Задача двух тел: классический пример модели

#### **4. Перечень типовых (примерных) вопросов и тем для проведения промежуточной аттестации обучающихся**

1. Анализ влияния неучитываемых факторов на достоверность математической модели
2. Анализ внешнего и внутреннего правдоподобия математической модели
3. Анализ возможных способов перехода от бесконечномерной модели к конечномерной модели при изучении явлений в распределенных системах
4. Задача двух тел как пример модели
5. Задача трех тел как пример модели

#### **Критерии оценивания**

Зачет выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины, проявляющему интерес к данной предметной области, продемонстрировавшему умение уверенно и творчески применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений, возможно, с недочетами и неточностями.

Незачет выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний (или их полное отсутствие), допускающему грубые ошибки в формулировках базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, слабо владеющему основными разделами учебной программы, необходимыми для дальнейшего обучения и с трудом применяющему полученные знания даже в стандартной ситуации.

#### **5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности**

Подготовка к зачету самостоятельная: перечислены задачи, решение которых каждый студент излагает полностью.

Во время проведения зачета обучающиеся могут пользоваться программой дисциплины, а также справочной литературой, вычислительной техникой, конспектами лекций.

Зачет может проводиться по итогам текущей успеваемости и сдачи заданий, или путем организации специального опроса, проводимого в устной форме.