

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Институт математики и механики им. Н.И. Лобачевского



**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по образовательной деятельности КФУ

проф. Таюрский Д.А.

"\_\_" \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

## **Программа дисциплины**

Теоретическая механика Б1.В.ОД.3

Направление подготовки: 01.03.01 - Математика

Профиль подготовки: Общий профиль

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2016

**Автор(ы):** Тазюков Б.Ф., Тазюков Фэрид Хоснутдинович

**Рецензент(ы):** Егоров А.Г.

### **СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Султанов Л. У.

Протокол заседания кафедры No \_\_\_ от "\_\_\_" \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Учебно-методическая комиссия Института математики и механики им. Н.И. Лобачевского :

Протокол заседания УМК No \_\_\_ от "\_\_\_" \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Казань

2019

## Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы
2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
  - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
  - 4.2. Содержание дисциплины
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
  - 6.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения
  - 6.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания
  - 6.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы
  - 6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
  - 7.1. Основная литература
  - 7.2. Дополнительная литература
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Программу дисциплины разработал(а)(и) заместитель директора по научной деятельности Тазюков Б.Ф. (директорат ИМиМ, Институт математики и механики им.Н.И.Лобачевского), Bulat.Tazioukov@kpfu.ru ; Тазюков Фэрид Хоснутдинович

### 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Выпускник, освоивший дисциплину, должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОПК-3	способностью к самостоятельной научно-исследовательской работе
ПК-2	способностью математически корректно ставить естественнонаучные задачи, знание постановок классических задач математики
ПК-11	способностью к проведению методических и экспертных работ в области математики
ПК-1	способностью к определению общих форм и закономерностей отдельной предметной области
ОПК-1	готовностью использовать фундаментальные знания в области математического анализа, комплексного и функционального анализа, алгебры, аналитической геометрии, дифференциальной геометрии и топологии, дифференциальных уравнений, дискретной математики и математической логики, теории вероятностей, математической статистики и случайных процессов, численных методов, теоретической механики в будущей профессиональной деятельности
ПК-7	способностью использовать методы математического и алгоритмического моделирования при анализе управленческих задач в научно-технической сфере, в экономике, бизнесе и гуманитарных областях знаний

Выпускник, освоивший дисциплину:

Должен знать:

роль и место теоретической механики в естественных и прикладных науках; понимать основные положения кинематики точки, кинематики твердого тела, динамики точки, динамики свободного тела со связью, динамики системы точек, динамики твердого тела, малых колебаний, лагранжевой механики, вариационных принципов механики.

Должен уметь:

применять теоретические знания по использованию основных понятий и законов механического движения для решения основных задач теоретической механики, ориентироваться в использовании моделей реальных механических процессов и объектов для получения решений прикладных задач.

Должен владеть:

навыками решения типовых задач теоретической механики.

Должен демонстрировать способность и готовность:

применять полученные знания на практике.

### 2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.В.ОД.3 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 01.03.01 "Математика (Общий профиль)" и относится к обязательным дисциплинам. Осваивается на 4 курсе в 7, 8 семестрах.

### 3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных(ые) единиц(ы) на 216 часа(ов).

Контактная работа - 116 часа(ов), в том числе лекции - 58 часа(ов), практические занятия - 0 часа(ов), лабораторные работы - 58 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 82 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 18 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет в 7 семестре; экзамен в 8 семестре.

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

##### 4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Введение. Кинематика. Задачи кинематики. Скорость и ускорение. Поступательное и вращательное движения.	7	6	0	8	10
2.	Тема 2. Мгновенные центры скоростей и ускорений. Задание движения тела с неподвижной точкой. Абсолютное, переносное и относительное движения.	7	8	0	12	12
3.	Тема 3. Динамика точки. Основные определения. Основные законы динамики. Примеры колебаний. Основные теоремы динамики точки.	7	12	0	10	16
4.	Тема 4. Сила инерции Кариолиса. Формулы Бинэ. Естественные уравнения движения.	7	10	0	6	16
5.	Тема 5. Центр масс системы. Дифференциальные уравнения движения системы материальных точек. Теорема об изменении количества движения и ее следствия.	8	6	0	5	6
6.	Тема 6. Теорема об изменении момента количества движения и ее следствия. Уравнения вращения твердого тела вокруг неподвижной оси. Кинетическая энергия системы. Теорема об изменении кинетического момента. Плоское и плоскопараллельное движения твердого тела.	8	6	0	9	10
7.	Тема 7. Движение тела вокруг неподвижной точки. Аналитическая механика. Вывод уравнения Лагранжа 2-го рода.	8	6	0	4	8
8.	Тема 8. Канонические уравнения Гамильтона. Вариационный принцип Гамильтона-Остроградского. Малые колебания.	8	4	0	4	4
	Итого		58	0	58	82

##### 4.2 Содержание дисциплины

**Тема 1. Введение. Кинематика. Задачи кинематики. Скорость и ускорение. Поступательное и вращательное движения.**

Задачи кинематики. Пространство и время, система отсчета. Материальная точка. Векторный, координатный и естественный способ задания движения точки. Вычисление скоростей и ускорений при различных способах задания движения. Теорема Гюйгенса и ее использование для нахождения кривизны траектории. Скорость и ускорение в полярных координатах. Криволинейные координаты. Скорость и ускорение в осях естественного трехгранника. Круговое движение. Секторные скорость и ускорение. Задачи кинематики твердого тела. Задание положения твердого тела. Поступательное движение. Скорости и ускорения при поступательном движении. Вращение вокруг неподвижной оси. Векторы угловой скорости и ускорения. Скорости и ускорения точек тела во вращательном движении.

**Тема 2. Мгновенные центры скоростей и ускорений. Задание движения тела с неподвижной точкой. Абсолютное, переносное и относительное движения.**

Задание плоского движения. Скорости и ускорения при плоском движении. Теорема о проекциях. Мгновенные центры скоростей и ускорений. Нахождение мгновенных центров скоростей и ускорений. Центроиды. Теоремы о представлении конечного движения плоской фигуры. Задание движения тела с неподвижной точкой. Углы Эйлера. Теорема Эйлера-Даламбера. Мгновенные угловые скорости и ускорения. Скорости и ускорения точек тела. Уравнение неподвижной оси. Подвижный и неподвижный аксоиды. Скорости и ускорения точек свободного твердого тела. Абсолютное, переносное и относительное движения. Теорема о сложении скоростей. Теорема Кориолиса о сложении ускорений. Правило Жуковского нахождения кориолисова ускорения.

**Тема 3. Динамика точки. Основные определения. Основные законы динамики. Примеры колебаний. Основные теоремы динамики точки.**

Материальная точка. Основные законы динамики. Виды сил. Основные задачи динамики. Необходимые и достаточные условия прямолинейности движения. Интегрирование уравнения движения в специальных случаях. Примеры: гравитационно взаимодействующие тела, падение тела с линейным и квадратичным сопротивлением. Примеры колебаний. Классификация линейных колебаний. Свободные колебания. Собственная частота. Период колебаний. Колебания с вязким сопротивлением. Декремент затухания. Вынужденные колебания. Коэффициент динамичности. Биения. Резонанс. Вынужденные колебания с вязким сопротивлением. Теоремы об изменении количества движения и момента количества движения. Работа силы. Теорема об изменении кинетической энергии. Силовые поля, потенциальная энергия

**Тема 4. Сила инерции Кариолиса. Формулы Бинэ. Естественные уравнения движения.**

Переносная сила инерции, сила инерции Кариолиса. Относительный покой. Влияние вращения Земли на траекторию снаряда. Маятник Фуко. Отклонение падающих тел к востоку. Формулы Бинэ. Закон всемирного тяготения. Виды траекторий. Определение параметров траектории по начальным данным. Уравнение Кеплера. Движение материальной точки в поле земного тяготения. 1-ая и 2-ая космическая скорость. Эллиптические траектории. Определение несвободного движения. Связи. Принцип освобожденности. Классификация связей. Естественные уравнения движения. Математический маятник. Циклоидальный маятник

**Тема 5. Центр масс системы. Дифференциальные уравнения движения системы материальных точек. Теорема об изменении количества движения и ее следствия.**

Центр параллельных сил. Вычисление координат центра параллельных сил. Центр масс системы. Методы нахождения центра масс: использование симметрии, метод разбиения. Центр массы простейших фигур: треугольник, пирамида, конус и т.п. Внешние и внутренние силы. Свойства внутренних сил. Дифференциальные уравнения движения системы материальных точек. Количество движения системы материальных точек. Теорема об изменении количества движения и ее следствия. Законы сохранения количества движения.

**Тема 6. Теорема об изменении момента количества движения и ее следствия. Уравнения вращения твердого тела вокруг неподвижной оси. Кинетическая энергия системы. Теорема об изменении кинетического момента. Плоское и плоскопараллельное движения твердого тела.**

Момент количества движения твердого тела, вращающегося вокруг неподвижной оси. Момент инерции относительно оси. Теорема об изменении момента количества движения и ее следствия. Уравнения вращения твердого тела вокруг неподвижной оси. Момент количества движения системы, участвующей в сложном движении. Кинетическая энергия системы. Теорема Кенига. Кинетическая энергия твердого тела. Теорема об изменении кинетической энергии. Работа внутренних сил. Консервативные системы. Закон сохранения полной механической энергии.

Вывод уравнений движения. Теорема об изменении кинетического момента. Условия совпадения динамических и статических реакций. Физический и оборотный маятники. Плоское движение твердого тела. Уравнения движения. Основные теоремы. Плоскопараллельное движение твердого тела.

**Тема 7. Движение тела вокруг неподвижной точки. Аналитическая механика. Вывод уравнения Лагранжа 2-го рода.**

Движение тела вокруг неподвижной точки. Кинетическая энергия и кинетический момент. Динамические уравнения Эйлера. Общая система уравнений Эйлера.

Аналитическая механика. Связи. Классификация связей. Действительные и возможные перемещения. Аксиома освобождения от связей. Принцип возможных перемещений. Обобщенные координаты и обобщенные силы. Принцип Даламбера. Общее уравнение динамики. Вывод уравнения Лагранжа 2-го рода. План решения задач методом уравнений Лагранжа 2-го рода. Примеры решения задач. Свойства кинетической энергии как функции обобщенных координат. Первые интегралы уравнений Лагранжа 2-го рода. Теорема об изменении полной механической энергии голономной системы. Функционал Лагранжа.

**Тема 8. Канонические уравнения Гамильтона. Вариационный принцип Гамильтона-Остроградского. Малые колебания.**

Канонические уравнения Гамильтона. Преобразование Лежандра. Функция Гамильтона Уравнения Гамильтона. Физический смысл функции Гамильтона. Интеграл Якоби. Уравнения Уиттекера и Якоби. Функция Рауса. Уравнения Рауса. Циклические координаты. Понижение порядка системы дифференциальных уравнений движения при помощи уравнений Рауса. Вариационный принцип Гамильтона-Остроградского. Малые колебания. Линеаризация уравнений движения. Главные координаты и главные колебания. Колебания консервативной системы под влиянием внешних периодических сил.

Примеры решения задач с одной и несколькими степенями свободы.

## 5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года N301).

Письмо Министерства образования Российской Федерации N14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Положение от 24 декабря 2015 г. 0.1.1.67-06/265/15 "О порядке проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Положение N 0.1.1.67-06/241/15 от 14 декабря 2015 г. "О формировании фонда оценочных средств для проведения текущей, промежуточной и итоговой аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Положение N 0.1.1.56-06/54/11 от 26 октября 2011 г. "Об электронных образовательных ресурсах федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Регламент N 0.1.1.67-06/66/16 от 30 марта 2016 г. "Разработки, регистрации, подготовки к использованию в учебном процессе и удаления электронных образовательных ресурсов в системе электронного обучения федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Регламент N 0.1.1.67-06/11/16 от 25 января 2016 г. "О балльно-рейтинговой системе оценки знаний обучающихся в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Регламент N 0.1.1.67-06/91/13 от 21 июня 2013 г. "О порядке разработки и выпуска учебных изданий в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

## 6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

### 6.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения

Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
<b>Семестр 7</b>			
	<b>Текущий контроль</b>		
1	Контрольная работа	ПК-7, ПК-2, ПК-11, ПК-1, ОПК-3, ОПК-1	2. Мгновенные центры скоростей и ускорений. Задание движения тела с неподвижной точкой. Абсолютное, переносное и относительное движения.
2	Контрольная работа	ОПК-1, ОПК-3, ПК-1, ПК-11, ПК-2, ПК-7	3. Динамика точки. Основные определения. Основные законы динамики. Примеры колебаний. Основные теоремы динамики точки.
3	Письменное домашнее задание	ОПК-1, ОПК-3, ПК-1, ПК-11, ПК-2, ПК-7	1. Введение. Кинематика. Задачи кинематики. Скорость и ускорение. Поступательное и вращательное движения.

Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
	<b>Зачет</b>	ОПК-1, ОПК-3, ПК-1, ПК-11, ПК-2, ПК-7	
<b>Семестр 8</b>			
	<b>Текущий контроль</b>		
1	Контрольная работа	ПК-7, ПК-2, ПК-11, ПК-1, ОПК-3, ОПК-1	6. Теорема об изменении момента количества движения и ее следствия. Уравнения вращения твердого тела вокруг неподвижной оси. Кинетическая энергия системы. Теорема об изменении кинетического момента. Плоское и плоскопараллельное движения твердого тела.
2	Контрольная работа	ПК-7, ПК-2, ПК-11, ПК-1, ОПК-3, ОПК-1	8. Канонические уравнения Гамильтона. Вариационный принцип Гамильтона-Остроградского. Малые колебания.
3	Письменное домашнее задание	ПК-7, ПК-2, ПК-11, ПК-1, ОПК-3, ОПК-1	5. Центр масс системы. Дифференциальные уравнения движения системы материальных точек. Теорема об изменении количества движения и ее следствия.
	<b>Экзамен</b>	ОПК-1, ОПК-3, ПК-1, ПК-11, ПК-2, ПК-7	

**6.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания**

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
<b>Семестр 7</b>					
<b>Текущий контроль</b>					
Контрольная работа	Правильно выполнены все задания. Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продемонстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьезные ошибки. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	1 2
Письменное домашнее задание	Правильно выполнены все задания. Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продемонстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьезные ошибки. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	3
	<b>Зачтено</b>		<b>Не зачтено</b>		
<b>Зачет</b>	Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по специальности, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой дисциплины.		Обучающийся обнаружил значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение или приступить по окончании университета к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.		

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
<b>Семестр 8</b>					
<b>Текущий контроль</b>					
Контрольная работа	Правильно выполнены все задания. Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продемонстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьезные ошибки. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	1 2
Письменное домашнее задание	Правильно выполнены все задания. Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продемонстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьезные ошибки. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	3
<b>Экзамен</b>	Обучающийся обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой дисциплины, усвоил взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявил творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала.	Обучающийся обнаружил полное знание учебно-программного материала, успешно выполнил предусмотренные программой задания, усвоил основную литературу, рекомендованную программой дисциплины, показал систематический характер знаний по дисциплине и способен к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.	Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой, знаком с основной литературой, рекомендованной программой дисциплины, допустил погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.	Обучающийся обнаружил значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение или приступить по окончании университета к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.	

**6.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**



## Семестр 7

### Текущий контроль

#### 1. Контрольная работа

Тема 2

Контрольная работа ♦1

#### 2. Контрольная работа

Тема 3

Контрольная работа ♦2

#### 3. Письменное домашнее задание

Тема 1

Нахождение траектории движения точки. Определение скорости и ускорения. Определение скорости и ускорения при движении по окружности. Определение скорости и ускорения в полярных координатах.

#### Зачет

Вопросы к зачету:

#### КИНЕМАТИКА

1. Движение точки. Способы задания движения.
2. Скорость точки. Нахождение скорости при различных способах задания движения.
3. Ускорение точки. Нахождение ускорения при различных способах задания движения.
4. Криволинейные координаты. Определение скорости и ускорения точки в ортогональных криволинейных координатах.
5. Основные движения твердого тела. Поступательное движение. Вращение вокруг неподвижной оси.
6. Плоское движение твердого тела. Скорости при плоском движении.
7. Мгновенный центр скоростей при плоском движении. Центроиды.
8. Ускорения точек при плоском движении.
9. Движение твердого тела с одной неподвижной точкой. Задание движения. Углы Эйлера.
10. Скорости точек твердого тела с неподвижной точкой. Мгновенная ось вращения. Мгновенная угловая скорость.
11. Ускорения точек тела с одной неподвижной точкой.
12. Движение свободного твердого тела. Скорости и ускорения точек.
13. Сложное движение точки. Теорема о сложении скоростей.
14. Теорема Кориолиса.
15. Сложное движение твердого тела. Сложение поступательных движений. Сложение вращений вокруг пересекающихся осей.
16. Кинематические уравнения Эйлера.
17. Сложение вращений вокруг параллельных осей. Пара вращений.
18. Сложение поступательного и вращательного движений.
19. Общий случай сложения движений твердого тела. Кинематические инварианты. Мгновенно-винтовое движение.
20. Классификация мгновенных движений твердого тела в зависимости от кинематических инвариантов. Нахождение мгновенной винтовой оси.

#### ДИНАМИКА ТОЧКИ

##### 1) ОСНОВНЫЕ ЗАКОНЫ ДИНАМИКИ МАТЕРИАЛЬНОЙ ТОЧКИ.

Материальная точка. Основные законы динамики. Основные виды сил. 1-ая и 2-ая задачи динамики.

##### 2) ПРЯМОЛИНЕЙНОЕ ДВИЖЕНИЕ МАТЕРИАЛЬНОЙ ТОЧКИ

Необходимые и достаточные условия. Интегрирование уравнения движения в тех случаях когда сила зависит от а) времени б) координаты в) скорости точки. Примеры: гравитационно взаимодействующие тела, падение тела с квадратичным сопротивлением.

##### 3) ПРЯМОЛИНЕЙНЫЕ КОЛЕБАНИЯ МАТЕРИАЛЬНОЙ ТОЧКИ

Примеры колебаний. Классификация линейных колебаний. Свободные колебания. Собственная частота. Период колебаний.

##### 4) СВОБОДНЫЕ КОЛЕБАНИЯ МАТЕРИАЛЬНОЙ ТОЧКИ С ВЯЗКИМ СОПРОТИВЛЕНИЕМ

Три вида колебаний (малое сопротивление, большое сопротивление, граничная ситуация). Декремент колебаний.

##### 5) ВЫНУЖДЕННЫЕ КОЛЕБАНИЯ МАТЕРИАЛЬНОЙ ТОЧКИ

Коэффициент динамичности. Биения. Резонанс. Вынужденные колебания с вязким сопротивлением.

##### 6) ОБЩИЕ ТЕОРЕМЫ ДИНАМИКИ ТОЧКИ

Т-ма об изменении количества движения. Т-ма об изменении момента количества движения. Работа силы. Т-ма об изменении кинетической энергии.

##### 7) СИЛОВЫЕ ПОЛЯ, ПОТЕНЦИАЛЬНАЯ ЭНЕРГИЯ

Общие свойства стационарных силовых полей. Теорема о потенциальности силового поля. Свойства эквипотенциальных поверхностей. Примеры потенциальных полей. Интеграл энергии

##### 8) ДВИЖЕНИЕ МАТЕРИАЛЬНОЙ ТОЧКИ В ЦЕНТРАЛЬНОМ СИЛОВОМ ПОЛЕ

Уравнение Бинэ. Закон всемирного тяготения. Виды траекторий. 1-ая и 2-ая космическая скорость.

9) ДВИЖЕНИЕ МАТЕРИАЛЬНОЙ ТОЧКИ В ЦЕНТРАЛЬНОМ СИЛОВОМ ПОЛЕ

Определение параметров траектории по начальным данным. Уравнение Кеплера

10) ДВИЖЕНИЕ МАТЕРИАЛЬНОЙ ТОЧКИ В ПОЛЕ ТЯГОТЕНИЯ ЗЕМЛИ

Искусственные спутники. 1-ая и 2-ая космическая скорость. Эллиптические траектории. Задача об оптимальном угле.

11) НЕСВОБОДНОЕ ДВИЖЕНИЕ

Определение несвободного движения. Связи. Принцип освобожденности. Классификация связей. Движение точки по гладкой поверхности. Уравнения Лагранжа первого рода. Пример использования.

12) НЕСВОБОДНОЕ ДВИЖЕНИЕ

Естественные уравнения движения. Математический маятник.

13) ОТНОСИТЕЛЬНОЕ ДВИЖЕНИЕ МАТЕРИАЛЬНОЙ ТОЧКИ

Переносная и кориолисова силы инерции. Уравнения относительного движения и покоя точки. Пример: маятник с двумя потенциальными ямами.

14) ОТНОСИТЕЛЬНОЕ ДВИЖЕНИЕ МАТЕРИАЛЬНОЙ ТОЧКИ

Переносная и кориолисова силы инерции. Размыв берегов рек. Закон Бэра. Уклонение линии отвеса от направления радиуса Земли...

15) ОТНОСИТЕЛЬНОЕ ДВИЖЕНИЕ МАТЕРИАЛЬНОЙ ТОЧКИ

Переносная и кориолисова силы инерции. Отклонение падающих тел к востоку. Маятник Фуко.

**Семестр 8**

**Текущий контроль**

**1. Контрольная работа**

Тема 6

Контрольная работа ♦3

**2. Контрольная работа**

Тема 8

Контрольная работа ♦4

**3. Письменное домашнее задание**

Тема 5

нахождение центр масс сложных фигур различными методами. Определение момента инерции различных тел относительно точки, оси или плоскости. Решение задач с использованием теоремы об изменении количества движения и ее следствия и закона сохранения количества движения.

**Экзамен**

Вопросы к экзамену:

Билет ♦ 1

1. Кинематика точки, закон движения, скорость, ускорение точки.
2. Динамика системы материальных точек. Центр масс. Методы нахождения.

Билет ♦ 2

1. Скорость и ускорение в полярной системе координат.
2. Моменты инерции твердого тела. Моменты инерции некоторых тел.

Билет ♦ 3

1. Скорость и ускорение точки в осях сопровождающего трехгранника. Частные задачи.
2. Теорема Гюйгенса-Штейна. Классификация сил.

Билет ♦ 4

1. Секторная скорость и секторное ускорение. Секторная скорость и секторное ускорение в полярной системе координат.
2. Теорема о движении центра масс.

Билет ♦ 5

1. Поступательное и вращательное движение твердого тела. Вращательное движение твердого тела вокруг неподвижной оси. Формулы Эйлера.
2. Основные динамические величины.

Билет ♦ 6

1. Поступательное и вращательное движение твердого тела. Вращательное движение твердого тела вокруг неподвижной оси. Формулы Эйлера.
2. Теорема об изменении кинетического момента механической системы. Уравнение вращения твердого тела.

Билет ♦ 7

1. Плоскопараллельное движение твердого тела. Мгновенный центр скоростей. Методы нахождения.
2. Кинетическая энергия вращающегося твердого тела. Теорема об изменении кинетической энергии механической системы. Закон сохранения механической энергии.

Билет ♦ 8

1. Распределение скоростей при плоскопараллельном движении твердого тела. Теорема о равенстве проекций скоростей.

## 2. Уравнения Лагранжа II рода.

Билет ♦ 9

1. Сферическое движение твердого тела. Формулы Ривальса.
2. Динамические величины вращающегося тела. Давление вращающегося тела на ось.

Билет ♦ 10

1. Вращательное движение твердого тела вокруг неподвижной оси. Формулы Эйлера.
2. Физический и оборотный маятники.

Билет ♦ 11

1. Сложное движение твердого тела. Теорема Кариолиса.
2. Аналитическая механика. Связи. Действительные и возможные перемещения.

Билет ♦ 12

1. Динамика точки. Законы динамики. Задачи динамики.
2. Принцип возможных перемещений.

Билет ♦ 13

1. Теорема об изменении количества движения точки.
2. Принцип Даламбера.

Билет ♦ 14

1. Теорема об изменении момента количества движения точки.
2. Общее уравнение динамики.

Билет ♦ 15

1. Теорема об изменении кинетической энергии точки. Частные случаи. Закон сохранения энергии.
2. Уравнения Лагранжа II рода.

Билет ♦ 16

1. Относительное движение.
2. Принцип Даламбера.

Билет ♦ 17

1. Маятник Фуко. Отклонение тела, падающего на Землю. Центральные силы.
2. Принцип Остроградского-Гамильтона.

Билет ♦ 18

1. Формулы Бинэ.
2. Вывод принципа Остроградского-Гамильтона.

Билет ♦ 19

1. Две задачи Ньютона. Вывод закона всемирного тяготения. Определение траектории планет.
2. Вывод уравнений Лагранжа II рода из вариационного принципа Остроградского-Гамильтона.

Билет ♦ 20

1. Колебательное движение материальной точки.
2. Теорема об изменении главного вектора количества движения.

Билет ♦ 21

1. Две задачи Ньютона. Вывод закона всемирного тяготения. Определение траектории планет.
2. Малые колебания систем.

Билет ♦ 22

1. Движение материальной точки в поле земного тяготения.
2. Теорема Кенига.

Билет ♦ 23

1. Математический маятник. Циклоидальный маятник.
2. Малые колебания систем.

### **6.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

В КФУ действует балльно-рейтинговая система оценки знаний обучающихся. Суммарно по дисциплине (модулю) можно получить максимум 100 баллов за семестр, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов.

Для зачёта:

56 баллов и более - "зачтено".

55 баллов и менее - "не зачтено".

Для экзамена:

86 баллов и более - "отлично".

71-85 баллов - "хорошо".

56-70 баллов - "удовлетворительно".

55 баллов и менее - "неудовлетворительно".

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
<b>Семестр 7</b>			
<b>Текущий контроль</b>			
Контрольная работа	Контрольная работа проводится в часы аудиторной работы. Обучающиеся получают задания для проверки усвоения пройденного материала. Работа выполняется в письменном виде и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	1	22 22
		2	
Письменное домашнее задание	Обучающиеся получают задание по освещению определённых теоретических вопросов или решению задач. Работа выполняется письменно дома и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	3	6
<b>Зачет</b>	Зачёт нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Обучающийся получает вопрос (вопросы) либо задание (задания) и время на подготовку. Зачёт проводится в устной, письменной или компьютерной форме. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.		50
<b>Семестр 8</b>			
<b>Текущий контроль</b>			
Контрольная работа	Контрольная работа проводится в часы аудиторной работы. Обучающиеся получают задания для проверки усвоения пройденного материала. Работа выполняется в письменном виде и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	1	22 22
		2	
Письменное домашнее задание	Обучающиеся получают задание по освещению определённых теоретических вопросов или решению задач. Работа выполняется письменно дома и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	3	6
<b>Экзамен</b>	Экзамен нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Экзамен проводится в устной или письменной форме по билетам, в которых содержатся вопросы (задания) по всем темам курса. Обучающемуся даётся время на подготовку. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.		50

## 7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

### 7.1 Основная литература:

- Бухгольц, Н.Н. Основной курс теоретической механики. Часть 2. Динамика системы материальных точек [Электронный ресурс] : учеб. пособие ? Электрон. дан. ? Санкт-Петербург : Лань, 2016. ? 336 с.  
<https://e.lanbook.com/reader/book/72973/#1>
- Бать, М.И. Теоретическая механика в примерах и задачах. Том 1: Статика и кинематика [Электронный ресурс] : учеб. пособие / М.И. Бать, Г.Ю. Джанелидзе, А.С. Кельзон. ? Электрон. дан. ? Санкт-Петербург : Лань, 2013. ? 672 с.  
<https://e.lanbook.com/reader/book/4551/#1>
- Бать, М.И. Теоретическая механика в примерах и задачах. Том 2: Динамика [Электронный ресурс] : учеб. пособие / М.И. Бать, Г.Ю. Джанелидзе, А.С. Кельзон. ? Электрон. дан. ? Санкт-Петербург : Лань, 2013. ? 640 с.  
<https://e.lanbook.com/reader/book/4552/#1>
- Мещерский, И.В. Задачи по теоретической механике [Электронный ресурс] : учебное пособие / И.В. Мещерский. ? Электрон. дан. ? Санкт-Петербург : Лань, 2012. ? 448 с.  
<https://e.lanbook.com/reader/book/2786/#1>

### 7.2. Дополнительная литература:

1. Задания по курсу 'Теоретическая механика. Динамика точки и механической системы': учебно-методическое пособие / Казан. федер. ун-т, Мех.-мат. фак.; [сост.: к.ф.-м.н., доц. Ф. Х. Тазюков, к.ф.-м.н. Б. Ф. Тазюков].?Казань: [Казанский университет], 2011.?27 с.

[https://repository.kpfu.ru/?p\\_id=27244](https://repository.kpfu.ru/?p_id=27244)

2. Мещерский И.В. Сборник задач по теоретической механике: учебник[Электронный ресурс] Издательство: Лань, 2012. - 448 с. Режим доступа: <http://e.lanbook.com/view/book/2786>

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

Научно-образовательный центр при МИАН - <http://www.mi.ras.ru/>

электронная библиотека - <http://elibrary.ru>

электронная библиотека - <http://www.hi-edu.ru>

Электронная библиотека механико-математического факультета МГУ - <http://lib.mexmat.ru/>

электронная поисковая система - <http://ya.ru>

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

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	В ходе лекционных занятий вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации, положительный опыт в ораторском искусстве. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.
лабораторные работы	В ходе лабораторных занятий вести конспектирование практического материала. Обращать внимание на приемы, методы, анализ, получаемых результатов. Желательно оставить поля в конспектах по практическим занятиям, на которых делать необходимые пометки, дополняющие материал практического занятия. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения практических навыков, разрешения спорных ситуаций.
самостоятельная работа	В ходе самостоятельной работы изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, новыми публикациями в периодических изданиях: журналах, газетах и т.д. При этом учесть рекомендации преподавателя и требования учебной программы. Дорабатывать свой конспект лекции, делая в нем соответствующие записи из литературы, рекомендованной преподавателем и предусмотренной учебной программой. Продумать примеры с целью обеспечения тесной связи изучаемой теории с реальной жизнью. Своевременное и качественное выполнение самостоятельной работы базируется на соблюдении настоящих рекомендаций и изучении рекомендованной литературы. Студент может дополнить список использованной литературы современными источниками, не представленными в списке рекомендованной литературы, и в дальнейшем использовать собственные подготовленные учебные материалы при написании курсовых и дипломных работ.
контрольная работа	При подготовке к контрольной работе рекомендуется повторить пройденный материал по конспектам практических занятий, повторно просмотреть домашние и индивидуальные занятия, при необходимости прорешать дополнительные задачи. При необходимости обращаться за методической помощью к преподавателю. Студент может дополнить список использованной литературы современными источниками, не представленными в списке рекомендованной литературы, и в дальнейшем использовать собственные подготовленные учебные материалы при подготовке к контрольной работе.

Вид работ	Методические рекомендации
письменное домашнее задание	При работе над домашним заданием рекомендуется повторить пройденный материал по конспектам практических занятий, повторно просмотреть домашние и индивидуальные занятия, при необходимости прорешать дополнительные задачи. При необходимости обращаться за методической помощью к преподавателю. Студент может дополнить список использованной литературы современными источниками, не представленными в списке рекомендованной литературы, и в дальнейшем использовать собственные подготовленные учебные материалы при работе над домашним заданием.
зачет	При подготовке к зачету рекомендуется повторить пройденный теоретический и практический материал по конспектам. Продумать примеры с целью обеспечения тесной связи изучаемой теории с реальной жизнью и профессиональными компетенциями. При необходимости обращаться за методической помощью к преподавателю. Студент может при подготовке к экзамену использовать дополнить список использованной литературы современными источниками, не представленными в списке рекомендованной литературы.
экзамен	При подготовке к экзамену рекомендуется повторить пройденный теоретический и практический материал по конспектам. Продумать примеры с целью обеспечения тесной связи изучаемой теории с реальной жизнью и профессиональными компетенциями. При необходимости обращаться за методической помощью к преподавателю. Студент может при подготовке к экзамену использовать дополнить список использованной литературы современными источниками, не представленными в списке рекомендованной литературы.

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

Освоение дисциплины "Теоретическая механика" предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "БиблиоРоссика", доступ к которой предоставлен обучающимся. В ЭБС "БиблиоРоссика" представлены коллекции актуальной научной и учебной литературы по гуманитарным наукам, включающие в себя публикации ведущих российских издательств гуманитарной литературы, издания на английском языке ведущих американских и европейских издательств, а также редкие и малотиражные издания российских региональных вузов. ЭБС "БиблиоРоссика" обеспечивает широкий законный доступ к необходимым для образовательного процесса изданиям с использованием инновационных технологий и соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профилейных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

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

Освоение дисциплины "Теоретическая механика" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

## **12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 01.03.01 "Математика" и профилю подготовки Общий профиль .