

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  
\_\_\_\_\_ Турилова Е.А.  
"\_\_\_" \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**Программа дисциплины**  
Теоретическая и прикладная механика

Направление подготовки: 01.03.03 - Механика и математическое моделирование

Профиль подготовки: Математическое и компьютерное моделирование в фундаментальных и прикладных задачах механики

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2024

## Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
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 (модуля)
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
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 (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программу дисциплины разработал(а)(и): доцент, к.н. (доцент) Марданов Р.Ф. (Кафедра аэрогидромеханики, отделение механики), Renat.Mardanov@kpfu.ru ; доцент, к.н. (доцент) Саченков А.А. (Кафедра теоретической механики, отделение механики), asachenk@kpfu.ru

**1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО**

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОПК-3	Способен использовать методы физического моделирования и современное экспериментальное оборудование в профессиональной деятельности

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

фундаментальные понятия дисциплины, быть знакомыми с современным состоянием дисциплины

Должен уметь:

формулировать и доказывать основные классические и современные результаты дисциплины.

Должен владеть:

навыками решения классических и современных задач.

Должен демонстрировать способность и готовность:

формулировать математические модели физико-механических процессов;

использовать качественные методы анализа задач теоретической и прикладной механики;

анализировать полученные решения и делать на этой основе практические выводы.

**2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО**

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.О.20 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 01.03.03 "Механика и математическое моделирование (Математическое и компьютерное моделирование в фундаментальных и прикладных задачах механики)" и относится к обязательной части ОПОП ВО.

Осваивается на 1, 2, 3 курсах в 1, 2, 3, 4, 5 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 18 зачетных(ые) единиц(ы) на 648 часа(ов).

Контактная работа - 288 часа(ов), в том числе лекции - 140 часа(ов), практические занятия - 148 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 306 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 54 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет в 1 семестре; зачет во 2 семестре; экзамен в 3 семестре; зачет в 4 семестре; экзамен в 5 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	Се-местр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Само-стоя-тельная ра-бота
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практи-ческие занятия, всего	Практи-ческие в эл. форме	Лабора-торные работы, всего	Лабора-торные в эл. форме	
1.	Тема 1. Основные понятия и исходные								

положения статики. Система сходящихся сил

---

1	4	0	6	0	0	0	8
---	---	---	---	---	---	---	---

N	Разделы дисциплины / модуля	Се- местр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Само- стоя- тель- ная ра- бота
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практи- ческие занятия, всего	Практи- ческие в эл. форме	Лабора- торные работы, всего	Лабора- торные в эл. форме	
2.	Тема 2. Теория пар. Основная теорема статики	1	4	0	6	0	0	0	8
3.	Тема 3. Плоская система сил. Равновесие системы сил	1	4	0	6	0	0	0	8
4.	Тема 4. Пространственная система сил. Трение. Центр тяжести	1	4	0	6	0	0	0	8
5.	Тема 5. 1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ИСХОДНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ КИНЕМАТИКИ. 2. ОПИСАНИЕ ДВИЖЕНИЯ ТОЧКИ В КРИВОЛИНЕЙНЫХ КООРДИНАТАХ	2	6	0	6	0	0	0	20
6.	Тема 6. 3. ОСНОВНЫЕ ДВИЖЕНИЯ ТВЕРДОГО ТЕЛА. 4. ПЛОСКОЕ ДВИЖЕНИЕ ТВЕРДОГО ТЕЛА.	2	8	0	8	0	0	0	20
7.	Тема 7. 5. ДВИЖЕНИЕ ТВЕРДОГО ТЕЛА С НЕПОДВИЖНОЙ ТОЧКОЙ. СВОБОДНОЕ ТЕЛО. 6. СЛОЖНОЕ ДВИЖЕНИЕ ТОЧКИ.	2	8	0	8	0	0	0	20
8.	Тема 8. 7. СЛОЖНОЕ ДВИЖЕНИЕ ТВЕРДОГО ТЕЛА. 8. ОСНОВНЫЕ ЗАКОНЫ ДИНАМИКИ МАТЕРИАЛЬНОЙ ТОЧКИ. 9. ПРЯМОЛИНЕЙНОЕ ДВИЖЕНИЕ МАТЕРИАЛЬНОЙ ТОЧКИ.	2	8	0	8	0	0	0	24
9.	Тема 9. 10. ПРЯМОЛИНЕЙНЫЕ КОЛЕБАНИЯ МАТЕРИАЛЬНОЙ ТОЧКИ. 11. ОБЩИЕ ТЕОРЕМЫ ДИНАМИКИ ТОЧКИ.	3	6	0	6	0	0	0	26
10.	Тема 10. 12. СИЛОВЫЕ ПОЛЯ, ПОТЕНЦИАЛЬНАЯ ЭНЕРГИЯ. 13. ДВИЖЕНИЕ МАТЕРИАЛЬНОЙ ТОЧКИ В ЦЕНТРАЛЬНОМ СИЛОВОМ ПОЛЕ.	3	8	0	8	0	0	0	25
11.	Тема 11. 14. НЕСВОБОДНОЕ ДВИЖЕНИЕ. 15. ОТНОСИТЕЛЬНОЕ ДВИЖЕНИЕ МАТЕРИАЛЬНОЙ ТОЧКИ.	3	6	0	6	0	0	0	25
12.	Тема 12. 16. ЗАДАЧА ДВУХ ТЕЛ. 17. ТЕОРЕМА ОБ ИЗМЕНЕНИИ КОЛИЧЕСТВА ДВИЖЕНИЯ МАТЕРИАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ. 18. ТЕОРЕМА ОБ ИЗМЕНЕНИИ МОМЕНТОВ КОЛИЧЕСТВ ДВИЖЕНИЯ МАТЕРИАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ	3	6	0	6	0	0	0	20
13.	Тема 13. 19. ТЕОРЕМА ОБ ИЗМЕНЕНИИ КИНЕТИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ МАТЕРИАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ. 20. ТЕОРЕМА БЕРНУЛЛИ.	3	6	0	6	0	0	0	20
14.	Тема 14. 23. ГЕОМЕТРИЯ МАСС. 24. ВРАЩЕНИЕ ВОКРУГ НЕПОДВИЖНОЙ ОСИ.	4	6	0	6	0	0	0	10

N	Разделы дисциплины / модуля	Се- местр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Само- стоя- тель- ная рабо- та
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практи- ческие занятия, всего	Практи- ческие в эл. форме	Лабораторные работы, всего	Лабораторные в эл. форме	
15.	Тема 15. 25. ПЛОСКОЕ ДВИЖЕНИЕ ТВЕРДОГО ТЕЛА. 26. ДВИЖЕНИЕ ТЕЛА ВОКРУГ НЕПОДВИЖНОЙ ТОЧКИ.	4	6	0	6	0	0	0	10
16.	Тема 16. 27. СЛУЧАЙ ЭЙЛЕРА ДВИЖЕНИЯ ТЕЛА ВОКРУГ НЕПОДВИЖНОЙ ТОЧКИ. 28. ДВИЖЕНИЕ ТЕЛА ВОКРУГ НЕПОДВИЖНОЙ ТОЧКИ ПОД ДЕЙСТВИЕМ СИЛЫ ТЯЖЕСТИ.	4	6	0	6	0	0	0	10
17.	Тема 17. 29. ЭЛЕМЕНТАРНАЯ ТЕОРИЯ ГИРОСКОПА. 30. МЕТОД КИНЕТОСТАТИКИ.	4	6	0	6	0	0	0	9
18.	Тема 18. 31. ТЕОРИЯ ИМПУЛЬСИВНЫХ ДВИЖЕНИЙ. 32. СОУДАРЕНИЕ ТВЕРДЫХ ТЕЛ.	4	6	0	6	0	0	0	9
19.	Тема 19. 33.ВИРТУАЛЬНЫЕ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ. ОБОБЩЕННЫЕ СИЛЫ 34. УРАВНЕНИЯ ЛАГРАНЖА 2-ГО РОДА. ЛАГРАНЖЕВ ФОРМАЛИЗМ	5	8	0	8	0	0	0	7
20.	Тема 20. 35. ВАРИАЦИОННЫЕ ПРИНЦИПЫ МЕХАНИКИ 36. КАНОНИЧЕСКОЕ УРАВНЕНИЕ ГАМИЛЬТОНА	5	8	0	8	0	0	0	7
21.	Тема 21. 37. ПЕРВЫЕ ИНТЕГРАЛЫ. ТЕОРЕМА ЯКОБИ - ПУАССОНА. ТЕОРЕМА НЕТЕР 38. КАНОНИЧЕСКИЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ. УРАВНЕНИЕ ГАМИЛЬТОНА ЯКОБИ	5	8	0	8	0	0	0	7
22.	Тема 22. 39. УСЛОВИЯ РАВНОВЕСИЯ. ТЕОРЕМА ЛАГРАНЖА-ДИРИХЛЕ 40. АНАЛИЗ УСТОЙЧИВОСТИ В ЛИНЕЙНОМ ПРИБЛИЖЕНИИ	5	8	0	8	0	0	0	5
	Итого		140	0	148	0	0	0	306

#### 4.2 Содержание дисциплины (модуля)

##### Тема 1. Основные понятия и исходные положения статики. Система сходящихся сил

##### Тема 1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ИСХОДНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ СТАТИКИ

лекционное занятие: Абсолютно твердое тело. Материальная точка. Системы отсчета. Понятие силы. Аксиомы статики. Связи и реакции связей. Примеры связей: стержень, нить, гладкая поверхность или опора, цилиндрический и сферический шарниры.

лабораторная работа: Решение задач параграфа 1 задачника Мещерского.

##### Тема 2. СИСТЕМА СХОДЯЩИХСЯ СИЛ

лекционное занятие: Основные задачи статики. Сложение сил приложенных к одной точке. Разложение силы.

Разложение вектора по координатным осям. Аналитический способ сложения сил. Равновесие системы сходящихся сил.

лабораторная работа: Решение задач параграфа 2 задачника Мещерского.

## **Тема 2. Теория пар. Основная теорема статики**

### Тема 3. ТЕОРИЯ ПАР

лекционное занятие: Система двух параллельных сил. Момент силы относительно точки. Пара сил. Равновесие рычага. Момент пары. Эквивалентные пары. Сложение пар. Теоремы эквивалентности пар. Примеры применения теорем сложения.

лабораторная работа: Решение задач параграфа 3 задачника Мещерского.

### Тема 4. ОСНОВНАЯ ТЕОРЕМА СТАТИКИ

лекционное занятие: Равновесие системы пар. Лемма о параллельном переносе силы. Доказательство основной теоремы статики. Условия равновесия системы сил. Невозможность приведения пары сил к равнодействующей силе.

лабораторная работа: Решение задач параграфа 4 задачника Мещерского.

## **Тема 3. Плоская система сил. Равновесие системы сил**

### Тема 5. ПЛОСКАЯ СИСТЕМА СИЛ

лекционное занятие: Особенность плоской системы сил. Приведение плоской системы к данному центру. Равнодействующая плоской системы. Теорема Вариньона. Условия равновесия. Примеры применения условий равновесия. Жесткая заделка.

лабораторная работа: Решение задач параграфа 5 задачника Мещерского.

### Тема 6. РАВНОВЕСИЕ СИСТЕМЫ СИЛ

лекционное занятие: Силы взаимодействия между телами. Принцип отвердевания. Разделение на подсистемы. Понятие о статически неопределенных задачах. Натяжение тяжелой подвешенной нити. Методы расчета плоских ферм.

лабораторная работа: Решение задач параграфа 6 задачника Мещерского.

## **Тема 4. Пространственная система сил. Трение. Центр тяжести**

### Тема 7. ПРОСТРАНСТВЕННАЯ СИСТЕМА СИЛ

лекционное занятие: Приведение произвольной системы сил к данному центру. Главный вектор и главный момент. Инварианты системы сил. Приведение системы к динаме. Центральная ось. Условия равновесия системы сил в общем случае.

лабораторная работа: Решение задач параграфа 7 задачника Мещерского.

### Тема 8. ТРЕНИЕ

лекционное занятие: Основные законы трения. Трение скольжения. Законы трения скольжения. Угол трения. Коэффициент трения. Трение нити о цилиндрическую поверхность. Трение качения. Коэффициент трения качения

лабораторная работа: Решение задач параграфа 8 задачника Мещерского.

### Тема 9. ЦЕНТР ТЯЖЕСТИ

лекционное занятие: Центр параллельных сил. Общие формулы для координат центра тяжести. Положение центра тяжести симметричного тела. Методы разбиения и вычитания. Теорема Гюльдена. Центр масс треугольника. Центр тяжести простейших тел и фигур.

лабораторная работа: Решение задач параграфа 9 задачника Мещерского.

## **Тема 5. 1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ИСХОДНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ КИНЕМАТИКИ. 2. ОПИСАНИЕ ДВИЖЕНИЯ ТОЧКИ В КРИВОЛИНЕЙНЫХ КООРДИНАТАХ**

### Тема 1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ИСХОДНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ КИНЕМАТИКИ

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

### Тема 2. ОПИСАНИЕ ДВИЖЕНИЯ ТОЧКИ В КРИВОЛИНЕЙНЫХ КООРДИНАТАХ

Круговое движение. Скорость и ускорение в полярных координатах. Криволинейные координаты. Коэффициенты Ламэ. Скорости и ускорения в криволинейных ортогональных координатах. Примеры: сферическая и цилиндрическая система координат

## **Тема 6. 3. ОСНОВНЫЕ ДВИЖЕНИЯ ТВЕРДОГО ТЕЛА. 4. ПЛОСКОЕ ДВИЖЕНИЕ ТВЕРДОГО ТЕЛА.**

### Тема 3. ОСНОВНЫЕ ДВИЖЕНИЯ ТВЕРДОГО ТЕЛА

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 4. ПЛОСКОЕ ДВИЖЕНИЕ ТВЕРДОГО ТЕЛА.

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.

### **Тема 7. 5. ДВИЖЕНИЕ ТВЕРДОГО ТЕЛА С НЕПОДВИЖНОЙ ТОЧКОЙ. СВОБОДНОЕ ТЕЛО. 6. СЛОЖНОЕ ДВИЖЕНИЕ ТОЧКИ.**

Тема 5. ДВИЖЕНИЕ ТВЕРДОГО ТЕЛА С НЕПОДВИЖНОЙ ТОЧКОЙ. СВОБОДНОЕ ТЕЛО

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

Тема 6. СЛОЖНОЕ ДВИЖЕНИЕ ТОЧКИ.

Абсолютное, переносное и относительное движение. Теорема о сложении скоростей.

Теорема Кориолиса о сложении ускорений. Правило Жуковского нахождения кориолисова ускорения

### **Тема 8. 7. СЛОЖНОЕ ДВИЖЕНИЕ ТВЕРДОГО ТЕЛА. 8. ОСНОВНЫЕ ЗАКОНЫ ДИНАМИКИ МАТЕРИАЛЬНОЙ ТОЧКИ. 9. ПРЯМОЛИНЕЙНОЕ ДВИЖЕНИЕ МАТЕРИАЛЬНОЙ ТОЧКИ.**

Тема 7. СЛОЖНОЕ ДВИЖЕНИЕ ТВЕРДОГО ТЕЛА.

лекционное занятие (5 часа(ов)):

Сложение поступательных движений. Сложение вращений вокруг пересекающихся осей. Кинематические уравнения Эйлера. Сложение вращений вокруг параллельных осей. Пара вращений. Общий случай сложения движений. Винтовое движение. Кинематические инварианты. Аналогия между статикой и кинематикой

Тема 8. ОСНОВНЫЕ ЗАКОНЫ ДИНАМИКИ МАТЕРИАЛЬНОЙ ТОЧКИ

Материальная точка. Основные законы динамики. Виды сил. Основные задачи динамики

Тема 9. ПРЯМОЛИНЕЙНОЕ ДВИЖЕНИЕ МАТЕРИАЛЬНОЙ ТОЧКИ

Необходимые и достаточные условия прямолинейности движения. Интегрирование

уравнения движения в специальных случаях. Примеры: гравитационно взаимодействующие тела, падение тела с линейным и квадратичным сопротивлением

### **Тема 9. 10. ПРЯМОЛИНЕЙНЫЕ КОЛЕБАНИЯ МАТЕРИАЛЬНОЙ ТОЧКИ. 11. ОБЩИЕ ТЕОРЕМЫ ДИНАМИКИ ТОЧКИ.**

Тема 10. ПРЯМОЛИНЕЙНЫЕ КОЛЕБАНИЯ МАТЕРИАЛЬНОЙ ТОЧКИ

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.

Тема 11. ОБЩИЕ ТЕОРЕМЫ ДИНАМИКИ ТОЧКИ

Теоремы об изменении количества движения, момента количества движения. Работа силы. Теорема об изменении кинетической энергии

### **Тема 10. 12. СИЛОВЫЕ ПОЛЯ, ПОТЕНЦИАЛЬНАЯ ЭНЕРГИЯ. 13. ДВИЖЕНИЕ МАТЕРИАЛЬНОЙ ТОЧКИ В ЦЕНТРАЛЬНОМ СИЛОВОМ ПОЛЕ.**

Тема 12. СИЛОВЫЕ ПОЛЯ, ПОТЕНЦИАЛЬНАЯ ЭНЕРГИЯ

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

Тема 13. ДВИЖЕНИЕ МАТЕРИАЛЬНОЙ ТОЧКИ В ЦЕНТРАЛЬНОМ СИЛОВОМ ПОЛЕ

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Уравнение Бинэ. Закон всемирного тяготения. Виды траекторий. Определение параметров траектории по начальным данным. Уравнение Кеплера. Искусственные спутники. 1-ая и 2-ая космическая скорость. Эллиптические траектории.

### **Тема 11. 14. НЕСВОБОДНОЕ ДВИЖЕНИЕ. 15. ОТНОСИТЕЛЬНОЕ ДВИЖЕНИЕ МАТЕРИАЛЬНОЙ ТОЧКИ.**

Тема 14. НЕСВОБОДНОЕ ДВИЖЕНИЕ

Определение несвободного движения. Связи. Принцип освобожденности. Классификация связей. Движение точки по гладкой поверхности. Уравнения Лагранжа первого рода. Естественные уравнения движения. Математический маятник

Тема 15. ОТНОСИТЕЛЬНОЕ ДВИЖЕНИЕ МАТЕРИАЛЬНОЙ ТОЧКИ

Переносная и кориолисова силы инерции. Уравнения относительного движения и покоя точки. Маятник с двумя потенциальными ямами. Закон Бэра размыва берегов рек. Отклонение падающих тел к востоку. Маятник Фуко

### **Тема 12. 16. ЗАДАЧА ДВУХ ТЕЛ. 17. ТЕОРЕМА ОБ ИЗМЕНЕНИИ КОЛИЧЕСТВА ДВИЖЕНИЯ МАТЕРИАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ. 18. ТЕОРЕМА ОБ ИЗМЕНЕНИИ МОМЕНТОВ КОЛИЧЕСТВ ДВИЖЕНИЯ МАТЕРИАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ**

Тема 16. ЗАДАЧА ДВУХ ТЕЛ

Движение одного тела относительно другого. Движение относительно общего центра масс

Тема 17. ТЕОРЕМА ОБ ИЗМЕНЕНИИ КОЛИЧЕСТВА ДВИЖЕНИЯ МАТЕРИАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

Количество движения МС. Теорема об изменении количества движения и ее следствия. Законы сохранения количества движения. Теорема о движении центра масс и ее следствия. Теорема Эйлера

Тема 18. ТЕОРЕМА ОБ ИЗМЕНЕНИИ МОМЕНТОВ КОЛИЧЕСТВ ДВИЖЕНИЯ МАТЕРИАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

Момент количества движения МС. Момент количества движения твердого тела, вращающегося вокруг неподвижной оси. Момент инерции относительно оси. Теорема об изменении момента количества движения и ее следствия. ДУ вращения твердого тела вокруг неподвижной оси. Формула Эйлера для турбины. Момент количества движения системы, участвующей в сложном движении

**Тема 13. 19. ТЕОРЕМА ОБ ИЗМЕНЕНИИ КИНЕТИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ МАТЕРИАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ. 20. ТЕОРЕМА БЕРНУЛЛИ.**

Тема 19. ТЕОРЕМА ОБ ИЗМЕНЕНИИ КИНЕТИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ МАТЕРИАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

Кинетическая энергия системы. Теорема Кенига. Кинетическая энергия твердого тела. Теорема об изменении кинетической энергии. Работа внутренних сил. Консервативные системы. Закон сохранения полной механической энергии

Тема 20. ТЕОРЕМА БЕРНУЛЛИ

Условия применимости. Формулировка и доказательство. Примеры применения: течение жидкости в трубе переменного сечения, истечение из сосуда, трубка Пито, трубка Вентури

**Тема 14. 23. ГЕОМЕТРИЯ МАСС. 24. ВРАЩЕНИЕ ВОКРУГ НЕПОДВИЖНОЙ ОСИ.**

Тема 23. ГЕОМЕТРИЯ МАСС

Момент инерции. Физический смысл. Радиус инерции. Теоремы о параллельных и перпендикулярных осях. Моменты инерции простейших тел: стержень, диск, треугольник, параллелепипед, шар. Моменты инерции относительно осей, проходящих через данную точку. Тензор инерции. Эллипсоид инерции. Главные оси тензора инерции. Главные оси инерции и их связь с главными осями тензора инерции. Вычисление моментов инерции относительно произвольных осей

Тема 24. ВРАЩЕНИЕ ВОКРУГ НЕПОДВИЖНОЙ ОСИ

Вывод уравнений движения. Условия совпадения динамических и статических реакций. Физический маятник. Теорема Гюйгенса. Экспериментальное определение моментов инерции

**Тема 15. 25. ПЛОСКОЕ ДВИЖЕНИЕ ТВЕРДОГО ТЕЛА. 26. ДВИЖЕНИЕ ТЕЛА ВОКРУГ НЕПОДВИЖНОЙ ТОЧКИ.**

Тема 25. ПЛОСКОЕ ДВИЖЕНИЕ ТВЕРДОГО ТЕЛА

Уравнения движения. Основные теоремы. Примеры применения: качение и скольжение цилиндра по наклонной плоскости, задача о падении стержня.

Тема 26. ДВИЖЕНИЕ ТЕЛА ВОКРУГ НЕПОДВИЖНОЙ ТОЧКИ

Кинетическая энергия и кинетический момент. Динамические уравнения Эйлера. Общая система уравнений Эйлера

**Тема 16. 27. СЛУЧАЙ ЭЙЛЕРА ДВИЖЕНИЯ ТЕЛА ВОКРУГ НЕПОДВИЖНОЙ ТОЧКИ. 28. ДВИЖЕНИЕ ТЕЛА ВОКРУГ НЕПОДВИЖНОЙ ТОЧКИ ПОД ДЕЙСТВИЕМ СИЛЫ ТЯЖЕСТИ.**

Тема 27. СЛУЧАЙ ЭЙЛЕРА ДВИЖЕНИЯ ТЕЛА ВОКРУГ НЕПОДВИЖНОЙ ТОЧКИ

Первые интегралы. Стационарное вращение и его устойчивость. Движение динамически симметричного тела. Регулярная прецессия. Геометрическая интерпретация Пуансо. Интегрирование общего случая

Тема 28. ДВИЖЕНИЕ ТЕЛА ВОКРУГ НЕПОДВИЖНОЙ ТОЧКИ ПОД ДЕЙСТВИЕМ СИЛЫ ТЯЖЕСТИ

Уравнения Пуассона. Динамические уравнения Эйлера при наличии силы тяжести. Уравнения движения тяжелого твердого тела вокруг неподвижной точки. Первые интегралы. Известные случаи интегрируемости. Случай Лагранжа движения тела. Вывод уравнения для угла нутации. Качественный анализ решения. Псевдoreгулярная прецессия

**Тема 17. 29. ЭЛЕМЕНТАРНАЯ ТЕОРИЯ ГИРОСКОПА. 30. МЕТОД КИНЕТОСТАТИКИ.**

Тема 29. ЭЛЕМЕНТАРНАЯ ТЕОРИЯ ГИРОСКОПА

Основное свойство гироскопа. Основное допущение элементарной теории. Теорема Резаля. Реакция на внешние силы. Закон прецессии оси гироскопа. Момент гироскопической реакции

Тема 30. МЕТОД КИНЕТОСТАТИКИ

Уравнения кинестатики. Случаи плоского движения и вращения вокруг оси. Статические и добавочные динамические реакции. Примеры применения

### **Тема 18. 31. ТЕОРИЯ ИМПУЛЬСИВНЫХ ДВИЖЕНИЙ. 32. СОУДАРЕНИЕ ТВЕРДЫХ ТЕЛ.**

#### **Тема 31. ТЕОРИЯ ИМПУЛЬСИВНЫХ ДВИЖЕНИЙ**

Ударные силы и импульсы. Основное соотношение теории. Теоремы об изменении количества движения, кинетического момента и кинетической энергии. Удар по свободному твердому телу. Удар по телу с одной неподвижной точкой. Удар по телу с неподвижной осью

#### **Тема 32. СОУДАРЕНИЕ ТВЕРДЫХ ТЕЛ**

Кинематическое соотношение Ньютона и коэффициент восстановления. Соударение точки с гладкой поверхностью. Задача об ударе шара по вращающемуся стержню. Общее решение задачи о соударении двух гладких тел. Нахождение ударного импульса. Изменение кинетической энергии. Прямой центральный удар двух тел: нахождение ударного импульса, послеударных скоростей, изменения кинетической энергии. Случаи абсолютно упругого и абсолютно неупругого ударов

### **Тема 19. 33. ВИРТУАЛЬНЫЕ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ. ОБОБЩЕННЫЕ СИЛЫ 34. УРАВНЕНИЯ ЛАГРАНЖА 2-ГО РОДА. ЛАГРАНЖЕВ ФОРМАЛИЗМ**

Тема 33. Связи. Классификация связей. Виртуальные перемещения. Принцип виртуальных перемещений. Обобщенные координаты и обобщенные силы. Способы вычисления обобщенных сил.

Тема 34 Вывод уравнения Лагранжа 2-го рода. Лагранжев формализм. Свойства кинетической энергии как функции обобщенных координат

Теорема об изменении полной механической энергии голономной системы

### **Тема 20. 35. ВАРИАЦИОННЫЕ ПРИНЦИПЫ МЕХАНИКИ 36. КАНОНИЧЕСКОЕ УРАВНЕНИЕ ГАМИЛЬТОНА**

Тема 35. Вариационный принцип Гамильтона-Остроградского. Понятие о кинетическом фокусе. Вариационный принцип Мопертюи-Лагранжа.

Тема 36. Преобразование Лежандра. Каноническое уравнение Гамильтона.

Физический смысл функции Гамильтона. Интеграл Якоби. Уравнения Уиттекера.

Уравнения Якоби. Уравнения Раусса.

### **Тема 21. 37. ПЕРВЫЕ ИНТЕГРАЛЫ. ТЕОРЕМА ЯКОБИ - ПУАССОНА. ТЕОРЕМА НЕТЕР 38. КАНОНИЧЕСКИЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ. УРАВНЕНИЕ ГАМИЛЬТОНА ЯКОБИ**

Тема 37. Первые интегралы. Циклические координаты. Скобки Пуассона. Теорема Якоби-Пуассона. Теорема Нетер. Примеры применения теоремы Нетер: законы сохранения энергии, количества движения, момента количества движения

Тема 38. Канонические преобразования. Критерий каноничности. Свободные канонические преобразования. Уравнение Гамильтона-Якоби. Теорема Якоби. Разделение переменных.

### **Тема 22. 39. УСЛОВИЯ РАВНОВЕСИЯ. ТЕОРЕМА ЛАГРАНЖА-ДИРИХЛЕ 40. АНАЛИЗ УСТОЙЧИВОСТИ В ЛИНЕЙНОМ ПРИБЛИЖЕНИИ**

Тема 39. Положения равновесия. Условия равновесия. Понятия устойчивости и асимптотической устойчивости равновесия. Теорема Лагранжа-Дирихле.

Тема 40. Анализ устойчивости в линейном приближении. Уравнения движения вблизи положения равновесия. Движение консервативной системы вблизи положения равновесия.

## **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 науки и высшего образования Российской Федерации от 6 апреля 2021 года №245)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-99бин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

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

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) включает оценочные материалы, направленные на проверку освоения компетенций, в том числе знаний, умений и навыков. Фонд оценочных средств включает оценочные средства текущего контроля и оценочные средства промежуточной аттестации.

В фонде оценочных средств содержится следующая информация:

- соответствие компетенций планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю);
- критерии оценивания сформированности компетенций;
- механизм формирования оценки по дисциплине (модулю);
- описание порядка применения и процедуры оценивания для каждого оценочного средства;
- критерии оценивания для каждого оценочного средства;
- содержание оценочных средств, включая требования, предъявляемые к действиям обучающихся, демонстрируемым результатам, задания различных типов.

Фонд оценочных средств по дисциплине находится в Приложении 1 к программе дисциплины (модулю).

#### **7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы. Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;
- в печатном виде - в Научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов Научной библиотеки КФУ.

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

Бармасов, А. В. Курс общей физики для природопользователей. Колебания и волны: учеб. пособие / А. В. Бармасов, В. Е. Холмогоров / Под ред. А. П. Бобровского. ? СПб.: БХВ-Петербург, 2009. ? 256 с. - - <http://www.znaniium.com/bookread.php?book=349952>

Бухгольц, Н.Н. Основной курс теоретической механики. Ч. 1: Кинематика, статика, динамика материальной точки : учебник[Электронный ресурс] Издательство: Лань, 2009. - 480 с - <http://e.lanbook.com/view/book/32/>

Бухгольц, Н.Н. Основной курс теоретической механики. Ч. 2: Динамика системы материальных точек : учебник[Электронный ресурс] Издательство: Лань, - <http://e.lanbook.com/view/book/33/>

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

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	Студентам необходимо посещать лекции, вести конспект лекций вслед за изложением материала преподавателем. Рекомендуется прорабатывать конспект в течение дня после лекции и просматривать его вновь накануне следующей лекции. В случае обнаружения ошибок или возникновения вопросов по предыдущему материалу необходимо обратиться к преподавателю.
практические занятия	Для подготовки к практическим занятиям студенту рекомендуется предварительно прорабатывать как лекционный материал, так и материал предыдущих практических занятий. Основой для подготовки служит добросовестное выполнение домашнего задания. Для успешного решения задач первой части курса студентам рекомендуется вспомнить материал, освоенный в предыдущих семестрах в рамках базовых математических дисциплин.
самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов состоит из двух основных частей - проработка лекционного материала и выполнения домашних заданий. Для освоения теоретического и практического материала, в случае, когда конспектов оказывается недостаточным, или для более детальной проработки отдельных тем рекомендуется использовать литературу, указанную в соответствующем разделе. Все возникающие вопросы рекомендуется заранее четко сформулировать и впоследствии обсудить с преподавателем.
зачет	Подготовку к зачету рекомендуется разделить на два этапа. На первом этапе прорабатываются все вопросы к зачету и формулируются вопросы к преподавателю в рамках консультации по разделам, недостаточно подробно описанным в рамках лекционного курса или более трудным в освоении материала. После консультации происходит окончательная проработка и закрепление материала по всем вопросам.
экзамен	Подготовку к экзамену рекомендуется разделить на два этапа. На первом этапе прорабатываются все экзаменационные вопросы и формулируются вопросы к преподавателю в рамках консультации по разделам, недостаточно подробно описанным в рамках лекционного курса или более трудным в освоении материала. После консультации происходит окончательная проработка и закрепление материала по всем экзаменационным вопросам.

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

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

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

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

**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 01.03.03 "Механика и математическое моделирование" и профилю подготовки "Математическое и компьютерное моделирование в фундаментальных и прикладных задачах механики".

### Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Направление подготовки: 01.03.03 - Механика и математическое моделирование

Профиль подготовки: Математическое и компьютерное моделирование в фундаментальных и прикладных задачах механики

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2024

#### Основная литература:

1. Бухгольц, Н.Н. Основной курс теоретической механики: учебное пособие: в 2 частях / Н.Н. Бухгольц. - 10-е изд., стер. - Санкт-Петербург: Лань, [б. г.]. - Часть 1: Кинематика, статика, динамика материальной точки. - 2009. - 480 с. - ISBN 978-5-8114-0919-8. - Текст: электронный // Электронно-библиотечная система Лань: [сайт]. - URL: <https://e.lanbook.com/book/32>
2. Диевский, В.А. Теоретическая механика. Сборник заданий: учебное пособие / В.А. Диевский, И.А. Малышева. - 4-е изд., стер. - Санкт-Петербург: Лань, 2018. - 192 с. - ISBN 978-5-8114-0709-5. - Текст: электронный// Электронно-библиотечная система 'Лань': [сайт]. - URL: <https://e.lanbook.com/book/98236>
3. Бать, М.И. Теоретическая механика в примерах и задачах: учебное пособие / М.И. Бать, Г.Ю. Джанелидзе, А.С. Кельзон. - 12-е изд., стер. - Санкт-Петербург: Лань, [б. г.]. - Том 1: Статика и кинематика. - 2013. - 672 с. - ISBN 978-5-8114-1035-4. - Текст : электронный // Электронно-библиотечная система Лань: [сайт]. - URL: <https://e.lanbook.com/book/4551>
4. Бать, М.И. Теоретическая механика в примерах и задачах: учебное пособие / М.И. Бать, Г.Ю. Джанелидзе, А.С. Кельзон. - 10-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, [б. г.]. - Том 2: Динамика. - 2013. - 640 с. - ISBN 978-5-8114-1021-7. - Текст: электронный // Электронно-библиотечная система Лань: [сайт]. - URL: <https://e.lanbook.com/book/4552>

#### 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.
2. Бутенин, Н.В. Курс теоретической механики: учебное пособие / Н.В. Бутенин, Я.Л. Лунц, Д.Р. Меркин. - 11-е изд., стер. - Санкт-Петербург: Лань, 2009. - 736 с. - ISBN 978-5-8114-0052-2. - Текст: электронный// Электронно-библиотечная система 'Лань': [сайт]. - URL: <https://e.lanbook.com/book/29>
3. Никитин, Н.Н. Курс теоретической механики: учебник / Н.Н. Никитин. - 8-е изд., стер. - Санкт-Петербург: Лань, 2011. - 720 с. - ISBN 978-5-8114-1039-2. - Текст: электронный// Электронно-библиотечная система 'Лань': [сайт]. - URL: <https://e.lanbook.com/book/1807>

*Приложение 3  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.О.20 Теоретическая и прикладная механика*

**Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Направление подготовки: 01.03.03 - Механика и математическое моделирование

Профиль подготовки: Математическое и компьютерное моделирование в фундаментальных и прикладных задачах механики

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2024

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows

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 профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.