МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное**

**образовательное учреждение высшего образования**

**«Национальный исследовательский   
Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского»**

|  |
| --- |
| Институт информационных технологий, математики и механики |

(факультет / институт / филиал)

|  |
| --- |
| УТВЕРЖДАЮ: |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Директор |  | Гергель В.П. |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| « |  | » |  |  | 2017 г. |

**Рабочая программа дисциплины**

|  |
| --- |
| **Теоретическая и прикладная механика** |

(наименование дисциплины (модуля))

Уровень высшего образования

|  |
| --- |
| **бакалавриат** |

(бакалавриат / магистратура / специалитет)

Направление подготовки / специальность

|  |
| --- |
| **01.03.03 Механика и математическое моделирование** |

(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность образовательной программы

|  |
| --- |
| **профиль Математическое моделирование и компьютерный инжиниринг** |

(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

Квалификация (степень)

|  |
| --- |
| **бакалавр** |

(бакалавр / магистр / специалист)

Форма обучения

|  |
| --- |
| **очная** |

(очная / очно-заочная / заочная)

Нижний Новгород

2017 год

1. **Место и цели дисциплины (модуля) в структуре ОПОП**

Дисциплина относится к базовой части Блока 1 «Дисциплины (модули)» ОПОП (Б1.Б.18). Обязательна для освоения на определенном периоде обучения – начиная со 2 годa обучения, продолжительностью 3 семестрa (3, 4, 5 семестры).

**Целями освоения дисциплины являются:**

* формирование и развитие упорядоченных знания о фундаментальных понятиях и законах классической механики и методах изучения механического движения для понимания явлений и процессов, происходящих в природе и технике, изучение методов применения законов механики к решению конкретных задач по исследованию различных видов движения материальных объектов
* освоение навыков практического использования методов математического моделирования динамических систем, привитие особого стиля мышления – математического моделирования;
* развитие способности к познанию и культуры мышления в целом.

Успешное изучение дисциплины» необходимо также для выполнения научно-исследовательской работы, прохождения производственной практики и итоговой государственной аттестации.

1. **Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций

**ОПК-1** способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности

**ОПК-2** готовностью использовать фундаментальные знания в области теоретической и прикладной механики, механики сплошной среды, математического анализа, комплексного и функционального анализа, алгебры, аналитической геометрии, дифференциальных уравнений, численных методов, теории вероятностей, математической статистики и случайных процессов, в будущей профессиональной деятельности.

**ОПК-3** способность к самостоятельной научно-исследовательской работе

**ПК-1** способностью к определению общих форм и закономерностей отдельной предметной области

**ПК-2** способностью математически корректно ставить естественнонаучные задачи, знание постановок классических задач математики и механики

В целом, результате освоения дисциплины, обучающийся должен получить необходимые знания, выработать умения, а при выполнении в последующем научно-исследовательской работы, прохождения производственной практики и выполнения выпускной квалификационной работы, приобрести (овладеть) необходимый опыт для полноценного формирования компетенций.

Планируемые результаты обучения представлены в нижеприведённой таблице.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| *ОПК-1*  способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности *базовый* | | *У1 (ОПК-1) Уметь* решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий  *З1 (ОПК-1)) Знать* Знание методов решения стандартных задач профессиональной деятельности  *В1 (ОПК-1) Владеть* методами решения стандартных задач профессиональной деятельности |
| *ОПК-2*  готовностью использовать фундаментальные знания в области теоретической и прикладной механики, механики сплошной среды, математического анализа, комплексного и функционального анализа, алгебры, аналитической геометрии, дифференциальных уравнений, численных методов, теории вероятностей, математической статистики и случайных процессов, в будущей профессиональной деятельности. *базовый* | | *У1 (ОПК-2)* *Уметь* использовать фундаментальные знания в области теоретической и прикладной механикив будущей профессиональной деятельности  *З1 (ОПК-2) Знать* фундаментальные законы теоретической и прикладной механики,  *В1 (ОПК-2). Владеть* фундаментальными знаниями в области теоретической и прикладной механики |
| *ОПК-3*  способность к самостоятельной научно-исследовательской работе *базовый* | *У1 (ОПК-3)* *Уметь* создавать новые и модернизировать известные модели реальных тел и конструкций.  *З1 (ОПК-3) Знать*: общие и специализированные разделы механики и смежных дисциплин, необходимые при профессиональной деятельности в области механики  *В1(ОПК-3). Владеть* подходами, применяемыми при разработке математических моделей реальных тел и конструкций, в том числе в междисциплинарных областях | | |
| *ПК-1*  способностью к определению общих форм и закономерностей отдельной предметной области  *базовый* | | *У1 (ПК-1)* *Уметь* осознанно определять общие формы и закономерностей отдельной предметной области (механики).  *З1 (ПК-1) Знать* общие формы и закономерности отдельной предметной области (механики)  *В1(ПК-1). Владеть* опытом использования общих форм и закономерностей области механики |
| *ПК-2*  способностью математически корректно ставить естественнонаучные задачи, знание постановок классических задач математики и механики *базовый* | | *У1 (ПК-2)* *Уметь* математически корректно ставить естественнонаучные задачи и классические задачи математики и механики  *З1 (ПК-2) Знать*  методы постановки классических задач математики и механики  *В1(ПК-2). Владеть* математическими методами, применяемыми при постановке классических задач математики и механики |

1. **Структура и содержание дисциплины «Теоретическая и прикладная механика»**

Объем дисциплины (модуля) составляет 12 зачетных единицы, всего 432 часа, из которых 182 часа составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (80 (32+32+16) часа занятия лекционного типа, 96 (32+48+16) часов практические занятия, 6 часов промежуточной аттестации), 250 часов составляет самостоятельная работа обучающегося (в т.ч. 72 часа подготовки к экзамену).

Содержание дисциплины (модуля)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля),**  **форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)** | **Всего**  **(часы)** | | | в том числе | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы**  из них | | | | | | | | | | | | | | | | **Самостоятельная работа обучающегося, часы** | | |
| **Занятия лекционного типа** | | | **Занятия семинарского типа** | | | **Занятия лабораторного типа** | | |  | | | | **Всего** | | |
| Очная | Вечерняя | Заочная | Очная | Вечерняя | Заочная | Очная | Вечерняя | Заочная | Очная | Вечерняя | Заочная | |  |  |  | Очная | Вечерняя | Заочная | Очная | Вечерняя | Заочная |
| Введение. Система отсчета. Закон инерции. Принцип относительности. Преобразования Галилея. Классическая и релятивистская механика. Преобразование Лоренца | 6 |  |  | 2 |  |  | 2 |  |  |  |  |  | |  |  |  | 4 |  |  | 2 |  |  |
| 2.Абсолютно твердое тело. Поступательное и вращательное движение. Основные кинематические характеристики –меры движения точки.  Скорость и ускорение точки в криволинейных координатах | 9 |  |  | 2 |  |  | 2 |  |  |  |  |  | |  |  |  | 4 |  |  | 5 |  |  |
| 3.Классификация движений твердого тела. Вращение тела вокруг неподвижной оси. Сферическое вращение. Плоскопараллельное движение тела | 9 |  |  | 2 |  |  | 2 |  |  |  |  |  | |  |  |  | 4 |  |  | 5 |  |  |
| 4 . Абсолютное, относительное, переносное движения точки. Сложение скоростей. Сложение ускорений. | 9 |  |  | 2 |  |  | 2 |  |  |  |  |  | |  |  |  | 4 |  |  | 5 |  |  |
| 5. Взаимодействия и силы. Фундаментальные взаимодействия. Масса. Гравитационное взаимодействие. Заряд. Электромагнитное взаимодействие. Действие и противодействиеСилы в механике. Потенциальные силы. Потенциальная функция. Сложение потенциальных сил. | 9 |  |  | 2 |  |  | 2 |  |  |  |  |  | |  |  |  | 4 |  |  | 5 |  |  |
| 6. Количество движения. Второй закон Ньютона. Главный вектор сил. Второй закон в проекциях на оси естественного трехгранника. Прямая и обратная задачи механики. . | 9 |  |  | 2 |  |  | 2 |  |  |  |  |  | |  |  |  | 4 |  |  | 5 |  |  |
| 7. Теорема об изменении количества движения точки. Момент количества движения точки. Теорема об изменении момента количества движения. Центральная сила. Следствия из теоремы об изменении момента количества движения.Мощность. Работа силы. Работа потенциальной силы. Теорема об изменении кинетической энергии точки.. | 9 |  |  | 2 |  |  | 2 |  |  |  |  |  | |  |  |  | 4 |  |  | 5 |  |  |
| 8. Движение в центральном поле. Уравнение траектории точки. Классификация движений точки в ньютоновском поле тяготения. Первая, вторая, третья космические скорости. Законы Кеплера. | 9 |  |  | 2 |  |  | 2 |  |  |  |  |  | |  |  |  | 4 |  |  | 5 |  |  |
| 9 Динамика материальной точки в неинерциальной системе. Силы инерции | 9 |  |  | 2 |  |  | 2 |  |  |  |  |  | |  |  |  | 4 |  |  | 5 |  |  |
| 10. Система материальных точек. Центр инерции. Теорема о движении центра инерции. Реактивное движение. Теорема об изменении количества движения. Закон сохранения количества движения. Теорема об изменении момента количества движения системы. Закон сохранения момента количества движения. Теорема об изменении кинетической энергии системы. Закон сохранения суммы кинетической и потенциальной энергии. | 9 |  |  | 2 |  |  | 2 |  |  |  |  |  | |  |  |  | 4 |  |  | 5 |  |  |
| 11. Момент количества движения твердого тела относительно оси вращения. Момент инерции относительно оси. Теорема Штейнера. Уравнение вращательного движения тела вокруг неподвижной оси. Колебания физического маятника. | 9 |  |  | 2 |  |  | 2 |  |  |  |  |  | |  |  |  | 4 |  |  | 5 |  |  |
| 12. Динамика плоского движения твердого тела. Кинетическая энергия твердого тела в плоском движении. Радиус инерции относительно оси. Динамика гибкого вала. | 9 |  |  | 2 |  |  | 2 |  |  |  |  |  | |  |  |  | 4 |  |  | 5 |  |  |
| 13. Кинетическая энергия твердого тела в общем случае. Тензор моментов инерции. Главные моменты инерции. Момент количества движения твердого тела. | 9 |  |  | 2 |  |  | 2 |  |  |  |  |  | |  |  |  | 4 |  |  | 5 |  |  |
| 14. Уравнения поступательного и вращательного движений твердого тела. Уравнения движения твердого тела в подвижной системе. Работа силы во вращательном движении. | 9 |  |  | 2 |  |  | 2 |  |  |  |  |  | |  |  |  | 4 |  |  | 5 |  |  |
| 15. Способы задания ориентации твердого тела с одной неподвижной точкой. Система углов конечного вращения. Углы Эйлера. Углы Крылова-Булгакова. Матрицы ортогональных отображений. Уравнения движения твердого тела с одной неподвижной точкой: динамические уравнения Эйлера, кинематические уравнения.  Задача о свободном движении тела с неподвижной точкой. Регулярная прецессия свободного тела под действием момента. Волчок Лагранжа..Гироскоп. Прецессионная теория гироскопа | 9 |  |  | 2 |  |  | 2 |  |  |  |  |  | |  |  |  | 4 |  |  | 5 |  |  |
| 16. Связи: удерживающие, неудерживающие, голономные, неголономные, стационарные, нестационарные. Реакции связей. Основная задача механики несвободной системы n точек. Действительные, возможные, виртуальные перемещения. Идеальные связи. | 9 |  |  | 2 |  |  | 2 |  |  |  |  |  | |  |  |  | 4 |  |  | 5 |  |  |
| В т.ч. текущий контроль | 3 |  |  |  |  |  | 3 |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Промежуточная аттестация – зачёт, экзамен (36 часов) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 17. Общее уравнение динамики, Принцип виртуальных перемещений. Принцип Даламбера. | 9 |  |  | 5 |  |  | 3 |  |  |  |  |  | |  |  |  | 8 |  |  | 1 |  |  |
| 18. Независимые координаты . Обобщенные силы. Уравнения Лагранжа 2 рода. Структура кинетической энергии и функции Лагранжа в обобщенных координатах. Обобщенный интеграл энергии. Циклические интегралы | 9 |  |  | 3 |  |  | 5 |  |  |  |  |  | |  |  |  | 8 |  |  | 1 |  |  |
| 19.Колебания**.** Свободные колебания. Гармонический осциллятор. Линейный осциллятор.  Колебания систем с n степенями свободы. Уравнение частот. Амплитудные векторы. Главные колебания. Нормальные координаты. | 11 |  |  | 3 |  |  | 5 |  |  |  |  |  | |  |  |  | 8 |  |  | 3 |  |  |
| 20. Устойчивость движения. Невозмущенное движение, возмущенное движение. Устойчивость по Ляпунову, асимптотическая устойчивость. Уравнения возмущенного движения. Уравнения первого приближения Устойчивость по первому приближению. Характеристические показатели. Характеристический определитель.Теорема Ляпунова об устойчивости по первому приближению. Теорема Ляпунова о неустойчивости по первому приближению. Особые случаи по Ляпунову. Три теоремы прямого метода Ляпунова: об устойчивости движения, об асимптотической устойчивости, о неустойчивости. Устойчивость положения равновесия консервативной системы (теорема Лагранжа). Устойчивость стационарных движений консервативной системы.. | 11 |  |  | 3 |  |  | 5 |  |  |  |  |  | |  |  |  | 8 |  |  | 3 |  |  |
| 21. Механика Гамильтона. Переменные Лагранжа, канонические переменные. Канонические уравнения Гамильтона. Свойства функции Гамильтона. Первый интеграл канонической системы.. Скобки Пуассона. Теорема Пуассона. Фазовое пространство, пространство конфигураций, пространство состояний. Ансамбль Гиббса. Закон сохранения фазового объема (теорема Лиувилля). | 11 |  |  | 3 |  |  | 5 |  |  |  |  |  | |  |  |  | 8 |  |  | 3 |  |  |
| 22. Решение задачи о движении механической системы методом Остроградского. Уравнение Остроградского -Гамильтона. Теорема Остроградского. Уравнение Остроградского-Гамильтона в отсутствие явной зависимости функции Гамильтона от времени. Метод разделения переменных. | 11 |  |  | 3 |  |  | 5 |  |  |  |  |  | |  |  |  | 8 |  |  | 3 |  |  |
| 23. Вариационные интегральные принципы. Первая вариация функционала. Действие по Гамильтону.. Принцип Гамильтона. Действие по Лагранжу. Принцип наименьшего действия Эйлера- Лагранжа. Принцип Лагранжа в форме Якоби (принцип Мопертюи). | 11 |  |  | 3 |  |  | 5 |  |  |  |  |  | |  |  |  | 8 |  |  | 3 |  |  |
| 24 Теорема Нетер. Принцип относительности Галилея и законы сохранения количества движения, момента количества движения, механической энергии замкнутой системы. Обобщенные законы сохранения в аналитической механике. | 11 |  |  | 3 |  |  | 5 |  |  |  |  |  | |  |  |  | 8 |  |  | 3 |  |  |
| 25 Свободные колебания линейных систем.  Влияние структуры сил на устойчивость. Теоремы Томсона и Тета. Теорема Ирншоу.  Примеры исследования устойчивости: волчок, вращающийся вал, тело, левитирующее в электрическом поле | 11 |  |  | 3 |  |  | 5 |  |  |  |  |  | |  |  |  | 8 |  |  | 3 |  |  |
| 26. Вынужденные колебания системы с одной степенью свободы. Резонанс.  Раскачка осциллятора из состояния покоя (незатухающий осциллятор, затухающий осциллятор). | 11 |  |  | 3 |  |  | 5 |  |  |  |  |  | |  |  |  | 8 |  |  | 3 |  |  |
| В т.ч. текущий контроль | 2 |  |  |  |  |  | 2 |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Промежуточная аттестация – экзамен (36 часов) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 27.Вынужденные колебания систем с n степенями свободы. Гармонические коэффициенты влияния. Резонанс. Антирезонанс.  Гаситель колебаний | 19 |  |  | 2 |  |  | 3 |  |  |  |  |  | |  |  |  | 5 |  |  | 14 |  |  |
| 28. Колебания систем с ограниченным возбуждением. | 20 |  |  | 3 |  |  | 3 |  |  |  |  |  | |  |  |  | 6 |  |  | 14 |  |  |
| 29. Основные свойства нелинейных систем.  Ангармонические колебания. | 20 |  |  | 3 |  |  | 3 |  |  |  |  |  | |  |  |  | 6 |  |  | 14 |  |  |
| 30. Асимптотические методы разделения движений. Метод Ван-дер-Поля.  Вынужденные колебания нелинейной системы | 35 |  |  | 8 |  |  | 4 |  |  |  |  |  | |  |  |  | 1  2 |  |  | 23 |  |  |
| 31. Автоколебания. Фрикционные автоколебания.Разрывные колебания тормозной колодки | 13 |  |  |  |  |  | 3 |  |  |  |  |  | |  |  |  | 3 |  |  | 10 |  |  |
| В т.ч. текущий контроль | 1 |  |  |  |  |  |  |  |  | 1 |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Промежуточная аттестация:  3 семестр – экзамен, зачет,  4 семестр – экзамен,  5 семестр – зачет. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

1. **Образовательные технологии**

В соответствии с рабочей программой и тематическим планом изучение дисциплины проходит в виде аудиторной и самостоятельной работы студентов. Активные и интерактивные формы,проектно-ориентированный подход, лекции, практические занятия, тематическая контрольная работа, экзамен. Из традиционных методов преподавания используются: рассказ по теме. Из активных и интерактивных методов преподавания используются различные методы обсуждения индивидуальных случаев, различных точек зрения на те ли иные проблемы, дискуссии по спорным вопросам.

В течение семестра студенты решают задачи, указанные преподавателем. Проводятся самостоятельные контрольные работы.

1. **Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

В соответствии с рабочей программой и тематическим планом изучение дисциплины проходит в виде аудиторной и самостоятельной работы студентов.

В рамках дисциплины предусмотрены следующие виды самостоятельной работы

1. повторение пройденного на занятиях материала,
2. самостоятельное изучение отдельных вопросов программы,
3. подготовка к практическим занятиям,
4. подготовка к текущему контролю успеваемости 1 (тестирование),
5. выполнение контрольной работы в виде тематической контрольной работы,
6. подготовка к текущему контролю успеваемости 2 (защита контрольной работы).
7. **Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)**
   1. Перечень компетенций выпускников образовательной программы с указанием результатов обучения (знаний, умений, владений), характеризующих этапы их формирования, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования *(приводятся полные «карты компетенций», в формировании которых участвует дисциплина (модуль) или дается ссылка на них)*.

Дисциплина направлена на развитие пяти компетенций:

* ОПК-1 способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности
* ОПК-2 готовностью использовать фундаментальные знания в области теоретической и прикладной механики, механики сплошной среды, математического анализа, комплексного и функционального анализа, алгебры, аналитической геометрии, дифференциальных уравнений, численных методов, теории вероятностей, математической статистики и случайных процессов, в будущей профессиональной деятельности.
* ОПК-3 способность к самостоятельной научно-исследовательской работе
* ПК-1 способностью к определению общих форм и закономерностей отдельной предметной области
* ПК-2 способностью математически корректно ставить естественнонаучные задачи, знание постановок классических задач математики и механики

ОПК-1 способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности

| **Планируемые результаты  обучения**\*  (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций) | **Критерии оценивания результатов обучения** | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| ЗНАТЬ: концепции механики, математики и информатики | Отсутствие знаний или фрагментарное знание концепций механики, математики и информатики | В целом успешное, но не систематическое знание концепций механики, математики и информатики | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы знание концепций механики, математики и информатики | Успешное и систематическое знание концепций механики, математики и информатики |
| УМЕТЬ: Самостоятельно работать с учебной литературой по разным отраслям механики. Публично представить результаты своей учебно-исследовательской работы: в устной и письменной форме | Отсутствие умений или частично освоенное умение работать с учебной литературой по разным отраслям механики, публично представить результаты своей учебно-исследовательской работы: в устной и письменной форме | В целом успешное, но не систематически освоенное умение работать с учебной литературой по разным отраслям механики, публично представить результаты своей учебно-исследовательской работы: в устной и письменной форме | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение освоенное умение работать с учебной литературой по разным отраслям механики, публично представить результаты своей учебно-исследовательской работы: в устной и письменной форме | Сформированное умение работать с учебной литературой по разным отраслям механики, публично представить результаты своей учебно-исследовательской работы: в устной и письменной форме, осваивать новые подходы |
| ВЛАДЕТЬ: навыками самостоятельной учебно- исследовательской работы; способностью формулировать результат | Отсутствие знаний или фрагментарные навыки учебной работы; формулировать результат | Общие, но не структурированные навыки учебной работы; формулировать результат | Сформированные, но содержащие отдельные пробелы навыки учебной работы; формулировать результат | Сформированные систематические навыки учебной работы; формулировать результат |

ОПК-2 Готовность использовать фундаментальные знания в области теоретической и прикладной механики, механики сплошной среды, математического анализа, комплексного и функционального анализа, алгебры, аналитической геометрии, дифференциальной геометрии и топологии, дифференциальных уравнений, численных методов, теории вероятностей, математической статистики и случайных процессов в будущей профессиональной деятельности

| **Планируемые результаты  обучения**\*  (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций) | **Критерии оценивания результатов обучения** | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| ЗНАТЬ: основные гипотезы, законы, методы механики сплошных сред | Отсутствие знаний или фрагментарное знание основных гипотез, законов, методов механики сплошных сред | В целом успешное, но не систематическое знание основных гипотез, законов, методов механики сплошных сред | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы знание основных гипотез, законов, методов механики сплошных сред | Успешное и систематическое знание основных гипотез, законов, методов механики сплошных сред |
| УМЕТЬ: применять законы, методы механики сплошных сред для решения практических задач | Отсутствие умений или частично освоенное умение применять законы, методы механики сплошных сред для решения практических задач | В целом успешное, но не систематически освоенное умение применять законы, методы механики сплошных сред для решения практических задач | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение применять законы, методы механики сплошных сред для решения практических задач | Сформированное умение н применять законы, методы механики сплошных сред для решения практических задач |
| ВЛАДЕТЬ: навыками использования на практике законов, методов механики сплошных сред | Отсутствие знаний или фрагментарные навыки использования на практике законов, методов механики сплошных сред | Общие, но не структурированные навыки использования на практике законов, методов механики сплошных сред | Сформированные, но содержащие отдельные пробелы навыки использования на практике законов, методов механики сплошных сред | Сформированные систематические навыки использования на практике законов, методов механики сплошных сред |

ОПК-3 способность к самостоятельной научно-исследовательской работе

| **Планируемые результаты  обучения**\*  (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций) | **Критерии оценивания результатов обучения** | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| ЗНАТЬ: приёмы и средства представления и адаптации знаний с учетом уровня аудитории | Отсутствие знаний или фрагментарное знание основных приёмов и средств представления и адаптации знаний с учетом уровня аудитории | В целом успешное, но не систематическое знание основных приёмов и средств представления и адаптации знаний с учетом уровня аудитории | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы знание основных приёмов и средств представления и адаптации знаний с учетом уровня аудитории | Успешное и систематическое знание основных приёмов и средств представления и адаптации знаний с учетом уровня аудитории |
| УМЕТЬ: представлять и адаптировать знания с учетом уровня аудитории | Отсутствие умений или частично освоенное умение использовать основные приёмы и средства представления и адаптации знаний с учетом уровня аудитории | В целом успешное, но не систематически освоенное умение использовать основные приёмы и средства представления и адаптации знаний с учетом уровня аудитории | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение использовать основные приёмы и средства представления и адаптации знаний с учетом уровня аудитории | Сформированное умение использовать основные приёмы и средства представления и адаптации знаний с учетом уровня аудитории |
| ВЛАДЕТЬ: приёмами и средствами представления и адаптации знаний с учетом уровня аудитории | Отсутствие знаний или фрагментарные навыки использования на практике основных приёмов и средств представления и адаптации знаний с учетом уровня аудитории | Общие, но не структурированные навыки использования на практике основных приёмов и средств представления и адаптации знаний с учетом уровня аудитории | Сформированные, но содержащие отдельные пробелы навыки использования на практике основных приёмов и средств представления и адаптации знаний с учетом уровня аудитории | Сформированные систематические навыки использования на практике основных приёмов и средств представления и адаптации знаний с учетом уровня аудитории |

ПК-1 Способность к определению общих форм и закономерностей отдельной предметной области

| **Планируемые результаты  обучения**\*  (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций) | **Критерии оценивания результатов обучения** | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| ЗНАТЬ: основные приемы и методы моделирования при решении задач | Отсутствие знаний или фрагментарное знание основных приемов и методов моделирования при решении задач | В целом успешное, но не систематическое знание основных приемов и методов моделирования при решении задач | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы знание основных приемов и методов моделирования при решении задач | Успешное и систематическое знание основных приемов и методов моделирования при решении задач |
| УМЕТЬ: использовать основные приемы и методы моделирования при решении задач | Отсутствие умений или частично освоенное умение использовать основные приемы и методы моделирования при решении задач | В целом успешное, но не систематически освоенное умение использовать основные приемы и методы моделирования при решении задач | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение использовать основные приемы и методы моделирования при решении задач | Сформированное умение использовать основные приемы и методы моделирования при решении задач |
| ВЛАДЕТЬ: навыками использования на практике основных приемов и методов моделирования при решении задач | Отсутствие знаний или фрагментарные навыки использования на практике основных приемов и методов моделирования при решении задач | Общие, но не структурированные навыки использования на практике основных приемов и методов моделирования при решении задач | Сформированные, но содержащие отдельные пробелы навыки использования на практике основных приемов и методов моделирования при решении задач | Сформированные систематические навыки использования на практике основных приемов и методов моделирования при решении задач |

ПК-2 способностью математически корректно ставить естественнонаучные задачи, знание постановок классических задач математики и механики

| **Планируемые результаты  обучения**\*  (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций) | **Критерии оценивания результатов обучения** | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| ЗНАТЬ: приёмы и средства публичного представления собственных и известных научных результатов | Отсутствие знаний или фрагментарное знание основных приёмов и средств публичного представления собственных и известных научных результатов | В целом успешное, но не систематическое знание основных приёмов и средств публичного представления собственных и известных научных результатов | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы знание основных приёмов и средств публичного представления собственных и известных научных результатов | Успешное и систематическое знание основных приёмов и средств публичного представления собственных и известных научных результатов |
| УМЕТЬ публично представлять собственные и известные научные результаты | Отсутствие умений или частично освоенное умение использовать основные приёмы и средства публичного представления собственных и известных научных результатов | В целом успешное, но не систематически освоенное умение использовать основные приёмы и средства публичного представления собственных и известных научных результатов | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение использовать основные приёмы и средства публичного представления собственных и известных научных результатов | Сформированное умение использовать основные приёмы и средства публичного представления собственных и известных научных результатов |

* 1. Описание шкал оценивания

В соответствии с учебным планом контроль усвоения студентами содержания дисциплины проводится в форме экзамена.

На экзамене определяется:

* уровень усвоения студентом основного учебного материала по дисциплине;
* уровень понимания студентом изученного материала.

Экзамен включает устную и письменную часть. Письменная часть направлена на выявление степени освоения базовых понятий. Устная часть экзамена заключается в собеседовании в рамках тематики курса. Собеседование проводится в форме вопросов, на которые студент должен дать краткий ответ.

| **Шкала оценок в соответствии со стандартом** | **Шкала оценок, рекомендованная к использованию в ННГУ** | **Описание оценки** |
| --- | --- | --- |
| Отлично | Превосходно | Отличная подготовка. Студент самостоятельно решает задачу, отвечает полностью на вопросы билета и дополнительные вопросы (задания), выходящие за рамки изученного объема курса и изученных алгоритмов и подходов, проявляя инициативу и творческое мышление. |
| Отлично | Отличная подготовка. Студент отвечает полностью на вопросы билета, самостоятельно решает задачу в рамках изученных алгоритмов и подходов. При ответе на дополнительные вопросы (задания) допускаются незначительные неточности. |
| Хорошо | Очень хорошо | Хорошая подготовка. Студент показывает хороший уровень знания вопросов билета, самостоятельно решает задачу и отвечает на вопросы (задания) преподавателя с небольшими неточностями. |
| Хорошо | Хорошая подготовка. Студент показывает средний уровень знания вопросов билета, решает задачу с наводящими вопросами преподавателя и отвечает на некоторые дополнительные вопросы преподавателя (в рамках билета). |
| Удовлетворительно | Удовлетворительно | Удовлетворительная подготовка. Студент показывает удовлетворительное знание вопросов билета и знание базовых понятий, может решить типовую задачу с помощью преподавателя. |
| Неудовлетворительно | Неудовлетворительно | Студент показывает неудовлетворительное знание вопросов билета, основ курса и базовых понятий. |
| Плохо | Студент показывает полное незнание вопросов билета, основ курса и базовых понятий. |

* 1. Критерии и процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю), характеризующих этапы формирования компетенций

Для оценивания результатов обучения в виде знаний используются следующие процедуры и технологии:

* индивидуальное собеседование,
* письменные ответы на вопросы.

Для оценивания результатов обучения в виде умений и владений используются следующие процедуры и технологии:

* практические контрольные задания.

Типы практических контрольных заданий:

* задания на установление правильной последовательности, взаимосвязанности действий,
* установление последовательности действий (описание алгоритма выполнения действия).
  1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения, характеризующих этапы формирования компетенций и (или) для итогового контроля сформированности компетенции

3 семестр

|  |
| --- |
| 1. Механическое движение. Система отсчета. Закон инерции. Инерциальная система отсчета. Принцип относительности. Классическая и релятивистская механики. Преобразования Галилея. |
| 2 Абсолютно твердое тело. Связанный трехгранник. Поступательное, вращательное, сложное движения тела. Материальная точка. |
| 3. Описание движения материальной точки. Закон движения (естественная, векторная, координатная формы). Скорость и ускорение точки. |
| 4. Естественный трехгранник. Разложение ускорения по осям естественного трехгранника. Нормальное и тангенциальное ускорения. |
| 5. Вращательное движение твердого тела относительно неподвижной оси. Угловая скорость. Угловое ускорение. Скорости и ускорения точек твердого тела, вращающегося относительно неподвижной оси. |
| .6. Вращение твердого тела относительно неподвижного центра. Мгновенная ось вращения. Мгновенная угловая скорость, угловое ускорение. Распределение скоростей и ускорений в твердом теле при вращении относительно неподвижного центра. Сложение мгновенных угловой и поступательной скоростей. |
| 7. Плоское движение твердого тела. Перемещение плоской фигуры. Скорости точек плоской фигуры. Мгновенный центр вращения. |
| 8. Ускорение точек плоской фигуры. Мгновенный центр ускорений. |
| 9. Абсолютное, относительное, переносное движения точки. Сложение скоростей. Сложение ускорений |
| 10. Масса. Гравитационное взаимодействие. Заряд. Электромагнитное взаимодействие. Действие и противодействие. Силы в механике. Потенциальные силы. Потенциальная функция. Сложение потенциальных сил. |
| 11. Количество движения. Второй закон Ньютона. Главный вектор сил. Второй закон в проекциях на оси естественного трехгранника. Прямая и обратная задачи механики. Теорема об изменении количества движения точки. |
| 12. Момент количества движения точки. Теорема об изменении момента количества движения. |
| 13. Центральная сила. Следствия из теоремы об изменении момента количества движения. |
| 14. Мощность. Работа силы. Работа потенциальной силы. Теорема об изменении кинетической энергии точки. |
| 15. Движение в центральном поле. Уравнение траектории точки. Эффективная потенциальная энергия. |
| 16. Задача Кеплера. Классификация движений точки в ньютоновском поле тяготения. Первая, вторая, третья космические скорости.  17. . Динамика материальной точки в неинерциальной системе. Силы инерции. |
| 18. Система материальных точек. Центр инерции. Теорема о движении центра инерции. Реактивное движение |
| 19. Теорема об изменении количества движения системы. Закон сохранения количества движения. |
| 20. Теорема об изменении момента количества движения системы. Закон сохранения момента количества движения |

*4 семестр*

|  |
| --- |
| 1. Момент количества движения твердого тела относительно оси вращения. Момент инерции относительно оси. Теорема Штейнера. ……………. |
| 2 Теорема Штейнера. Уравнение вращательного движения тела относительно неподвижной оси. Колебания физического маятника. |
| 3. Динамика плоского движения твердого тела. Кинетическая энергия твердого тела в плоском движении. |
| 4. Кинетическая энергия твердого тела в общем случае. Тензор моментов инерции. Главные моменты инерции. |
| 5. Момент количества движения твердого тела. Уравнение Эйлера. |
| 6. Приближенная теория гироскопических явлений. |
| 7. Динамика несвободной системы. Классификация связей.  Основная задача механики несвободной системы n точек. |
| 8. Действительные, возможные, виртуальные перемещения. Идеальные связи. |
| 9. Понятие о вариационных принципах механики.  Общее уравнение динамики, Принцип виртуальных перемещений. |
| 10. Независимые координаты. Обобщенные силы.  Положение равновесия голономной системы. Равновесие при потенциальных силах. |
| 11. Уравнения Лагранжа 2 рода. |
| 12. Структура кинетической энергии и функции Лагранжа в обобщенных координатах. |
| 13. Обобщенный интеграл энергии (интеграл Пенлеве-Якоби). Циклические интегралы. |
| 14. Консервативная система. Устойчивость положения равновесия консервативной системы (теорема Лагранжа). |
| 15. Колебания. Свободные колебания. Гармонический осциллятор. Линейный осциллятор. |
| 16. Колебания систем с n степенями свободы. Уравнение частот. Амплитудные векторы. Главные колебания. |
| 17.. Устойчивость движения. Невозмущенное движение, возмущенное движение. Устойчивость по Ляпунову, асимптотическая устойчивость.  Уравнения возмущенного движения. Уравнения первого приближения. |
| 18. Устойчивость по первому приближению. Теорема Ляпунова об устойчивости по первому приближению. Теорема Ляпунова о неустойчивости по первому приближению. |
| 19. Переменные Лагранжа, канонические переменные.  Канонические уравнения Гамильтона. Свойства функции Гамильтона. |
| 20. Фазовое пространство, пространство конфигураций, пространство состояний. Теорема Лиувилля. |
| 21. Первый интеграл канонической системы.  Скобки Пуассона. Теорема Пуассона. |
| 22.Решение задачи о движении механической системы методом Остроградского. Уравнение Остроградского. Теорема Остроградского. |
| 23. Интегральные вариационные принципы. Первая вариация функционала. Изохронные, неизохронные вариации. |
| 24. Действие по Гамильтону. Действительная и окольные траектории. Принцип Гамильтона. |
| 25. Действие по Лагранжу. Принцип наименьшего действия Лагранжа. Принцип Лагранжа в форме Якоби (принцип Мопертюи). |
| 26. Теорема Нетер. Принцип относительности Галилея и законы сохранения количества движения, момента количества движения, механической энергии замкнутой системы. Обобщенные законы сохранения в аналитической механике. |

*Вопросы к зачёту*

|  |
| --- |
| 1. Линейный осциллятор. Фазовый портрет осциллятора  Как описываются колебания с помощью фазовой плоскости? Типичные фазовые портреты колебаний. |
| 2. Классификация сил по их математической структуре. Влияние диссипативных и гироскопических сил на устойчивость потенциальной системы. |
| 3. Теоремы Томсона и Тета, теорема Ирншоу. Примеры исследования устойчивости: волчок, несущее заряд тело, вывешенное в электростатическом поле |
| 4. Влияние внешнего и внутреннего трения на устойчивость вращающегося вала. |
| 5. Вынужденные колебания системы с одной степенью свободы. Резонанс. Раскачка осциллятора из состояния покоя (незатухающий осциллятор, затухающий осциллятор). |
| 6. Колебания систем со многими степенями свободы. Уравнение частот. Амплитудные векторы. Главные колебания. Главные направления. Нормальные координаты |
| 7. Вынужденные колебания систем с n степенями свободы. Гармонические коэффициенты влияния. Резонанс. Антирезонанс.  Динамический гаситель колебаний. |
| 8. Колебания систем с ограниченным возбуждением. |
| 9. Основные свойства нелинейных систем. Линейные и нелинейные системы. В чем их отличие? Какие колебания могут наблюдаться в линейных, а какие в нелинейных системах? |
| 10. Ангармонические колебания |
| 11. Асимптотические методы разделения движений. Метод Ван-дер-Поля |
| 12. Действие возмущающей силы на нелинейную упругую систему. Влияние вязкого сопротивления |
| 13. Автоколебания. Фрикционные автоколебания. Разрывные колебания тормозной колодки. Автоколебания при резании металла. |

* 1. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания

Положение «О проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в ННГУ», утверждённое приказом ректора ННГУ № 55-ОД от 13.02.2014,

Положение о фонде оценочных средств, утвержденное приказом ректора ННГУ № 247-ОД от 10.06.2015.

1. **Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

а) основная литература:

1. Бухгольц Н.Н. Основной курс теоретической механики . Т.1,2 (30 экз.)
2. Мещерский И.В. Задачи по теоретической механике. С-Петербург. Изд-во «Лань», 1998.448 с. (20 экз.)
3. Пятницкий Е.С., Трухан Н.М., Ханукаев Ю.И., Яковенко Е.Н. Сборник задач по аналитической механике. М. Наука, 1980. 320 с. (354 экз.)
4. Культина Н.Ю., Новиков В.В. Как решать задачи по теоретической механике. Н. Новгород. ННГУ, 2010. 34 с. (20 экз. на кафедре ТКиЭМ)
5. Меркин Д.Р. Введение в теорию устойчивости движения. М. Наука. 1971, 312 стр. (8 экз.)
6. Журавлев В.Ф., Климов Д.М. Прикладные методы в теории колебаний. М.: Наука. 1988,Наука. 1988,28 с.

б) дополнительная литература:

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

**8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Учебные аудитории, оборудованные мультимедийной техникой (компьютер, проектор, экран), для проведения занятий лекционного и семинарского типа.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО с учетом рекомендаций и ОПОП ВО по направлению 01.03.03 «Механика и математическое моделирование» (профиль «Математическое моделирование и компьютерный инжиниринг»).

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Автор(ы) |  | д.ф.-м.н., профессор Новиков В.В. |
| Рецензент(ы) |  |  |
| Заведующий кафедрой  теоретической, компьютерной и экспериментальной механики |  | д.ф.-м.н., профессор  Игумнов Л.А. |

Программа одобрена на заседании методической комиссии института информационных технологий, математики и механики от \_\_\_\_\_\_\_ года, протокол № \_\_\_.