

Белорусский государственный университет

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе и
образовательным инновациям


О.Г. Прохоренко

01» декабря 2022 г.

Регистрационный № УД – 11267/уч.

АНАЛИТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА

Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности:

1-31 03 02 Механика и математическое моделирование

Минск, 2022

Учебная программа составлена на основе ОСВО 1-31 03 02-2021, типового учебного плана № G31-1-025/пр-тип. от 30.06.2021 г., учебных планов БГУ: №G31-1-029/уч. от 30.06.2021г., №G31-1-029/уч.- СИБД от 30.06.2021г.

СОСТАВИТЕЛИ:

Вярьвильская Ольга Николаевна, доцент кафедры теоретической и прикладной механики механико-математического факультета Белорусского государственного университета, кандидат физико-математических наук, доцент.

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Чигарев Анатолий Власович – профессор кафедры био- и наномеханики Белорусского государственного университета, доктор физико-математических наук,

Скляр Ольга Николаевна – доцент кафедры теоретической механики и механики материалов Белорусского национального технического университета, кандидат физико-математических наук.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой теоретической и прикладной механики
(протокол № 5 от 03.11.2022 г.)

Научно-методическим Советом БГУ
(протокол № 2 от 29.11.2022 г.)

Зав.кафедрой ТиПМ



М.А.Журавков

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Цели и задачи учебной дисциплины

Цель дисциплины «Аналитическая механика»: освоение новых идей и методов современной механики и математики, подготовка высококвалифицированных специалистов, способных ставить и решать задачи из различных областей науки и техники. Формирование у студентов установки на творческую профессиональную деятельность; развитие профессионального мышления, которое обеспечило бы будущему специалисту возможность свободно оперировать профессиональными знаниями, видеть проблемы и оптимальные пути их решения в самостоятельной практической деятельности.

Задачи учебной дисциплины:

- формирование у студентов основных понятий и методов аналитической механики;
- изучение основного закона динамики – принципа Даламбера - Лагранжа;
- изучение условий равновесия механических систем – принципа возможных перемещений;
- изучение уравнений движения голономных систем – уравнений Лагранжа первого и второго рода;
- изучение уравнений движения неголономных систем: уравнений Аппеля и уравнений Рауса;
- изучение малых колебаний систем и устойчивости равновесия;
- изучение вариационных принципов механики;
- решение конкретных механических задач.

Место учебной дисциплины в системе подготовки специалиста с высшим образованием.

Дисциплина «Аналитическая механика» относится к модулю «Теоретическая механика» государственного компонента.

Эта дисциплина является естественным продолжением и углублением курса «Теоретическая механика», который изучается студентами в течение первых трех семестров. С развитием науки и техники узкоспециальные знания довольно быстро устаревают. Для решения возникающих принципиально новых актуальных задач научные работники и инженеры должны обладать помимо необходимой способности к доучиванию и переучиванию, хорошей подготовкой в области фундаментальных наук. Это требует постоянного и всестороннего совершенствования вузовского образования.

Как фундаментальная наука, теоретическая механика и ее важный и сложный раздел аналитическая механика не только дают углубленные знания о природе, но служат также средством воспитания у будущих специалистов необходимых творческих навыков к построению математических моделей происходящих в науке и технике процессов, к выработке способностей к научным обобщениям и методам.

Связи с другими учебными дисциплинами, включая учебные дисциплины компонента учреждения высшего образования, дисциплины специализации и др.

Изучение дисциплины «Аналитическая механика» базируется прежде всего на знании основных разделов курсов «Теоретическая механика», «Аналитическая геометрия», «Дифференциальная геометрия», «Математический анализ» и «Дифференциальные уравнения». Методы аналитической механики являются базовыми для преподавания ряда специальных и общих курсов. Наиболее тесной является связь данной дисциплины с такими дисциплинами как «Механика сплошной среды», «Сопротивление материалов», «Механика роботов», «Биомеханика». При изучении аналитической механики студенты знакомятся с новыми понятиями и методами классической механики.

Основными методами изучения дисциплины «Аналитическая механика» являются усвоение теоретических знаний на базе лекционного курса, а также самостоятельная проработка студентами теоретического материала. Контроль освоения теоретического материала проводится в форме экзаменов, коллоквиумов, компьютерного тестирования и опросов на практических занятиях.

Методы привития студентам практических навыков использования теоретических результатов при решении различных задач и упражнений отрабатываются на практических занятиях, а также в форме самостоятельной работы студентов. Контроль освоения практических навыков осуществляется во время практических занятий в форме проверки домашних заданий, обязательных индивидуальных заданий, а также на контрольных работах и зачетах.

Требования к компетенциям

Освоение учебной дисциплины «Аналитическая механика» должно обеспечить формирование следующих **базовых профессиональных компетенций**:

- БПК-1. Применять основные законы и методы естественнонаучных дисциплин для решения теоретических и практических задач в профессиональной деятельности.
- БПК-8. Использовать основные аналитические и численные методы теоретической механики, механики сплошных сред, сопротивления материалов к исследованию механических процессов.

В результате изучения учебной дисциплины студент должен:

знать:

- основной закон динамики системы – принципа Даламбера - Лагранжа;
- условия равновесия механических систем – принцип возможных перемещений;
- уравнения движения голономных систем;
- уравнения движения неголономных систем;
- условия устойчивости равновесия;

– вариационные принципы механики.

уметь:

– записывать и решать уравнения равновесия механических систем под действием сил;

– составлять уравнения Лагранжа второго рода и исследовать их первые интегралы;

– составлять канонические уравнения движения механических систем;

– составлять уравнения движения неголономных систем;

– исследовать положения равновесия на устойчивость;

– составлять и решать уравнения малых колебаний систем;

– применять вариационные принципы механики для решения задач;

– использовать полученные теоретические и практические навыки для исследования реальных задач.

владеть:

– современными методами и приемами решения задач аналитической механики;

– методами построения адекватных математических моделей реальных процессов и явлений;

– навыками самообразования и способами использования аппарата аналитической механики для проведения самостоятельных исследований.

Структура учебной дисциплины

Дисциплина изучается в 4 семестре. Всего на изучение учебной дисциплины «Аналитическая механика» отведено:

– для очной формы получения высшего образования – 180 часов, в том числе 100 аудиторных часов, из них:

– лекции – 50 часов, практические занятия – 44 часа, управляемая самостоятельная работа – 6 часов.

Трудоемкость учебной дисциплины составляет 5 зачетных единиц.

Форма текущей аттестации – экзамен.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Раздел 1. Уравнения движения и равновесия механических систем.

Тема 1.1. Действительные и виртуальные перемещения точки и системы. Виды связей. Условия, налагаемые связями на вариации координат.

Тема 1.2. Постановка задач динамики для несвободной точки и системы несвободных точек. Постулат идеальных связей. Уравнения Лагранжа первого рода.

Тема 1.3. Общее уравнение динамики – уравнение Даламбера-Лагранжа. Вывод общих теорем динамики из уравнения Даламбера-Лагранжа. Принцип Даламбера. Метод кинетостатики.

Тема 1.4. Уравнения Лагранжа второго рода. Обобщенные силы. Уравнения Лагранжа второго рода для консервативных систем, их первые интегралы: обобщенный интеграл энергии, циклические интегралы. Метод игнорирования координат. Определение реакций связей.

Тема 1.5. Равновесие системы материальных точек. Принцип возможных перемещений. Условия равновесия механической системы в декартовых координатах. Метод множителей Лагранжа. Условия равновесия механической системы в обобщенных координатах.

Тема 1.6. Канонические переменные, канонические уравнения Гамильтона. Первые интегралы уравнений Гамильтона.

Тема 1.7. Уравнения движения неголономных систем. Уравнения Аппеля. Уравнения Рауса. Сравнительные примеры.

Тема 1.8. Устойчивость равновесия. Исследование устойчивости равновесия по уравнениям первого приближения. Теорема Дирихле.

Тема 1.9. Малые колебания механической системы вблизи положения равновесия. Линеаризация уравнений движения. Исследование корней характеристического уравнения и характера малых движений. Коэффициенты формы. Нормальные координаты. Двойной физической маятник.

Раздел 2. Вариационные принципы механики.

Тема 2.1. Дифференциальные вариационные принципы: принцип наименьшего принуждения Гаусса, вывод уравнений движения системы из принципа Гаусса. Вывод принципа наименьшего принуждения из принципа Даламбера-Лагранжа. Принцип прямейшего пути Герца.

Тема 2.2. Интегральные вариационные принципы: принцип стационарного действия Остроградского – Гамильтона, вывод уравнений движения системы из принципа Гамильтона. Принцип Мопертюи – Лагранжа.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Дневная форма получения образования с применением электронных средств обучения (ДО)

| Номер раздела, темы | Название раздела, темы | Количество аудиторных часов | | | |
|---------------------|--|-----------------------------|----------------------|----------------------|--------------------------------------|
| | | лекции | практические занятия | Количество часов УСР | Формы контроля |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 | Уравнения движения и равновесия механических систем. | | | | |
| 1.1 | Действительные и виртуальные перемещения точки и системы. Виды связей. Условия, налагаемые связями на вариации координат. | 2 | 2 | | |
| 1.2 | Постановка задач динамики для несвободной точки и системы несвободных точек. Постулат идеальных связей. Уравнения Лагранжа первого рода. | 4 | 2 | | Устный опрос |
| 1.3 | Общее уравнение динамики – уравнение Даламбера-Лагранжа. Вывод общих теорем динамики из уравнения Даламбера-Лагранжа. Принцип Даламбера. Метод кинетостатики. | 4 | 2 | 2 | Отчет по индивидуальному заданию АМ2 |
| 1.4 | Уравнения Лагранжа второго рода. Обобщенные силы. Уравнения Лагранжа второго рода для консервативных систем, их первые интегралы: обобщенный интеграл энергии, циклические интегралы. Метод игнорирования координат. Определение реакций связей. | 6 | 8 | 2 | Отчет по индивидуальному заданию АМ3 |
| 1.5 | Равновесие системы материальных точек. Принцип возможных перемещений. Условия равновесия механической системы в декартовых координатах. Метод множителей Лагранжа. Условия равновесия механической системы в обобщенных координатах. | 4 | 6 | 2 | Отчет по индивидуальному заданию АМ1 |
| 1.6 | Канонические переменные, канонические уравнения Гамильтона. Первые интегралы уравнений Гамильтона. | 4 | 4 | | Коллоквиум |

| | | | | | |
|--------------|---|-----------|-----------|----------|--------------------------------------|
| 1.7 | Уравнения движения неголономных систем. Уравнения Аппеля. Уравнения Рауса. Сравнительные примеры. | 6 | 6 | | Устный опрос |
| 1.8 | Устойчивость равновесия. Исследование устойчивости равновесия по уравнениям первого приближения. Теорема Дирихле. | 4 | 4 | | Контрольная работа |
| 1.9 | Малые колебания механической системы вблизи положения равновесия. Линеаризация уравнений движения. Исследование корней характеристического уравнения и характера малых движений. Коэффициенты формы. Нормальные координаты. Двойной физической маятник. | 8 | 8 | | Отчет по индивидуальному заданию АМ4 |
| 2 | Вариационные принципы механики. | | | | |
| 2.1 | Дифференциальные вариационные принципы: принцип наименьшего принуждения Гаусса, вывод уравнений движения системы из принципа Гаусса. Вывод принципа наименьшего принуждения из принципа Даламбера-Лагранжа. Принцип прямейшего пути Герца. | 4 | 2 | | |
| 2.2 | Интегральные вариационные принципы: принцип стационарного действия Остроградского – Гамильтона, вывод уравнений движения системы из принципа Гамильтона. Принцип Мопертюи – Лагранжа | 4 | 2 | | Отчет по домашнему заданию |
| Итого | | 50 | 44 | 6 | |

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Перечень основной литературы

1. Алдошин, Г. Т. Аналитическая динамика и теория колебаний : учебное пособие / Г. Т. Алдошин. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 256 с.— Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/213161>.
2. Бертяев, В. Д. Теоретическая и аналитическая механика. Учебно-исследовательская работа студентов : учебное пособие / В. Д. Бертяев, В. С. Ручинский. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 424 с. — ISBN 978-5-8114-3431-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/205973>.
3. Левин, В. Е. Аналитическая механика : учебное пособие / В. Е. Левин, Д. А. Красноулицкий. — Новосибирск : НГТУ, 2017. — 28 с.— Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/118433>.
4. Вярвьильская, О. Н. Краткий курс теоретической механики : учебное пособие для студентов учреждений высшего образования по математическим специальностям / О. Н. Вярвьильская, Д. Г. Медведев, В. П. Савчук ; [под ред. Д. Г. Медведева] ; БГУ. - Минск : БГУ, 2020. - 207 с. Ссылка на ресурс: <https://elib.bsu.by/handle/123456789/257179>.
5. Практикум по аналитической механике : учебное пособие / И. И. Галиев, М. Х. Минжасаров, В. М. Павлов, Е. А. Самохвалов. — Омск : ОмГУПС, 2020. — 27 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/165636>.
6. Мещерский, И. В. Задачи по теоретической механике : учебное пособие / И. В. Мещерский ; под редакцией В. А. Пальмова, Д. Р. Меркина. — 52-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 448 с.— Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/206417>.
7. Бухгольц, Н. Н. Основной курс теоретической механики : учебное пособие / Н. Н. Бухгольц. — 8-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022 — Часть 2 : Динамика системы материальных точек — 2022. — 336 с.— Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/212285>.
8. Савчук, В. П. Теоретическая механика : учебник для студ. учреждений высш. образования по математическим спец. / В. П. Савчук, Д. Г. Медведев, О. Н. Вярвьильская ; под ред. Д. Г. Медведева ; БГУ. - Минск : БГУ, 2016. - 231 с. Ссылка на ресурс: <http://elib.bsu.by/handle/123456789/166748>.

Перечень дополнительной литературы

1. Теоретическая механика : практикум : учеб. пособие для студ. физ.-мат. спец. учреждений, обеспеч. получение высш. образования / [авт.: О. Н. Вярвьильская и др.]; под ред. Д. Г. Медведева. - Минск : БГУ, 2005. - 144с.
2. Теоретическая механика в примерах и задачах : учеб. пособие для студ. учреждений высш. образования по математическим спец. / [авт.: О. Н. Вярвьильская и др.]; под ред. Д. Г. Медведева ; БГУ. - Минск : БГУ, 2014. - 395 с.
3. Яблонский А.А. Курс теоретической механики. ч. II. М. «Высшая школа», 1971.
4. Лойцянский Л.Г., Лурье А.И. Курс теоретической механики. ч. I-II. М. «Наука», 1982.
5. Арнольд В.И. Математические методы классической механики. М. «Наука», 1979.
6. Бать М.И., Джанелидзе Г.Ю., Кельзон А.С. Теоретическая механика в примерах и задачах, ч. II и III, Физматгиз, 1961.

Перечень рекомендуемых средств диагностики и методика формирования итоговой отметки

Диагностика результатов учебной деятельности по дисциплине «Аналитическая механика» проводится во время аудиторных занятий и во время защиты индивидуальных заданий. Для диагностики используются:

- устный опрос;
- проверка домашних заданий;
- защита отчетов по индивидуальным заданиям;
- коллоквиум;
- контрольная работа.

Контрольные мероприятия проводятся в соответствии с учебно-методической картой дисциплины. В случае неявки на контрольное мероприятие по уважительной причине студент вправе по согласованию с преподавателем выполнить его в дополнительное время. Для студентов, получивших неудовлетворительные оценки за контрольные мероприятия, либо не явившихся по неуважительной причине, по согласованию с преподавателем и с разрешения заведующего кафедрой мероприятие может быть проведено повторно.

Формой текущей аттестации по дисциплине «Аналитическая механика» учебным планом предусмотрен экзамен.

При формировании итоговой отметки используется рейтинговая система оценки знаний студента, дающая возможность проследить и оценить динамику процесса достижения целей обучения. Рейтинговая система предусматривает использование весовых коэффициентов для текущего контроля знаний и текущей аттестации студентов по дисциплине.

Примерные весовые коэффициенты, определяющие вклад текущего контроля знаний и текущей аттестации в итоговую отметку:

Формирование отметки за текущую успеваемость:

- ответы на практических занятиях – 20 %;
- отчет о выполнении индивидуальных заданий – 50 %;
- контрольная работа – 15 %;
- коллоквиум – 15 %.

Итоговая отметка по дисциплине рассчитывается на основе отметки текущей успеваемости и экзаменационной отметки с учетом их весовых коэффициентов. Вес отметки по текущей успеваемости составляет 40 %, экзаменационной отметки – 60 %.

Итоговая отметка формируется на основе 3-х документов:

1. Правила проведения аттестации студентов, курсантов, слушателей при освоении содержания образовательных программ высшего образования (Утверждены Постановлением Министерства образования Республики Беларусь от 29 мая 2012 г. № 53).
2. Положение о рейтинговой системе оценки знаний обучающихся по учебной дисциплине в Белорусском государственном университете (Приказ ректора БГУ № 189 – ОД от 31.03.2020 г.)
3. Критерии оценки результатов учебной деятельности обучающихся в учреждениях высшего образования по десятибалльной шкале (Письмо Министерства образования Республики Беларусь от 28.05.2013 г. № 09-10/53-ПО).

Примерный перечень заданий для управляемой самостоятельной работы студентов

Основной вклад в формирование отметки за текущую успеваемость вносят оценки по индивидуальным заданиям. Эти задания подготовлены сотрудниками кафедры в 40 вариантах, охватывают все основные темы учебной дисциплины «Аналитическая механика» и изложены в пособии «Теоретическая механика: практикум: учебное пособие» под ред. Д.Г. Медведева. - Мн.: БГУ, 2005. Они носят комплексный характер и требуют от студента хорошего знания соответствующей темы, навыков самостоятельной работы и творческого подхода. Именно над этими заданиями и осуществляется управляемая самостоятельная работа студентов.

Тема № 1.3. Общее уравнение динамики – уравнение Даламбера-Лагранжа. Вывод общих теорем динамики из уравнения Даламбера-Лагранжа. Принцип Даламбера. Метод кинетостатики.

Задание АМ2. Применение общего уравнения динамики к исследованию движения механической системы с двумя степенями свободы. (2 ч)

Форма контроля – отчет по индивидуальному заданию.

Тема № 1.4. Уравнения Лагранжа второго рода. Обобщенные силы. Уравнения Лагранжа второго рода для консервативных систем, их первые

интегралы: обобщенный интеграл энергии, циклические интегралы. Метод игнорирования координат. Определение реакций связей.

Задание АМ3. Применение уравнений Лагранжа второго рода к исследованию движения механической системы с двумя степенями свободы. (2 ч)

Форма контроля – отчет по индивидуальному заданию.

Тема 1.5. Равновесие системы материальных точек. Принцип возможных перемещений. Условия равновесия механической системы в декартовых координатах. Метод множителей Лагранжа. Условия равновесия механической системы в обобщенных координатах.

Задание АМ1. Определение реакций опор составной конструкции (2 ч).

Форма контроля – отчет по индивидуальному заданию.

Другая значимая информация

Задания для самостоятельной работы эвристического характера.

Тема 1.9. Малые колебания механической системы вблизи положения равновесия. Линеаризация уравнений движения. Исследование корней характеристического уравнения и характера малых движений. Коэффициенты формы. Нормальные координаты. Двойной физической маятник.

Задание АМ4. Исследование свободных колебаний механической системы с двумя степенями свободы.

Форма контроля – отчет по индивидуальному заданию.

Задание АМ5. **Применение методов компьютерной механики для исследования динамики механических систем.** Задание эвристического характера предназначено для студентов, претендующих на высокую оценку, и требует глубокого знания всех разделов курса. Для выполнения задания необходимо провести полное исследование одной из предлагаемых механических систем, начиная с построения ее математической модели и заканчивая реализацией вычислительного алгоритма.

Форма контроля – отчет по индивидуальному заданию.

Описание инновационных подходов и методов к преподаванию учебной дисциплины

При организации образовательного процесса используется комбинация **практико-ориентированного** и **эвристического подходов**, что предполагает:

- освоение содержания курса «Аналитическая механика» через решения практических задач;
- ориентацию на генерирование идей, развитие творческих подходов к решению поставленных задач;
- приобретение навыков для решения исследовательских, творческих задач;
- приобретение навыков эффективного выполнения многообразных видов творческой деятельности;
- индивидуализацию обучения через возможность самостоятельно ставить цели и задачи, осуществлять собственную оценку результатов обучения;
- творческую самореализацию обучающихся;
- осуществление студентами личностно-значимых открытий окружающего мира;

Методические рекомендации по организации самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа студентов - это любая деятельность, связанная с воспитанием мышления будущего профессионала. В широком смысле под самостоятельной работой следует понимать совокупность всей самостоятельной деятельности студентов как в учебной аудитории, так и вне её, в контакте с преподавателем и в его отсутствии.

Самостоятельная работа реализуется:

1. Непосредственно в процессе аудиторных занятий - на лекциях, практических и семинарских занятиях, при выполнении лабораторных работ.
2. В контакте с преподавателем вне рамок расписания - на консультациях по учебным вопросам, в ходе творческих контактов, при ликвидации задолженностей, при выполнении индивидуальных заданий и т.д.
3. В библиотеке, дома, в общежитии, на кафедре при выполнении самостоятельных работ;

При изучении дисциплины организация самостоятельной работы студентов должна представлять единство трех взаимосвязанных форм:

1. Внеаудиторная работа, которая осуществляется под непосредственным руководством преподавателя;
2. Аудиторная самостоятельная работа при выполнении студентом учебных и творческих задач.
3. Творческая, в том числе научно-исследовательская работа.

Виды внеаудиторной самостоятельной работы студентов разнообразны: подготовка и написание рефератов, докладов, очерков и других письменных работ на заданные темы.

Аудиторная самостоятельная работа может реализовываться при проведении практических занятий, семинаров, выполнении лабораторного практикума и во время чтения лекций.

При чтении лекционного курса непосредственно в аудитории необходимо контролировать усвоение материала основной массой студентов путем проведения экспресс-опросов по конкретным темам.

На практических и семинарских занятиях различные виды самостоятельной работы студентов позволяют сделать процесс обучения более интересным и поднять активность значительной части студентов в группе.

На практических занятиях нужно не менее 1 часа из двух (50% времени) отводить на самостоятельное решение задач. Практические занятия целесообразно строить следующим образом: 1. Вводное слово преподавателя (цели занятия, основные вопросы, которые должны быть рассмотрены). 2. Беглый опрос. 3. Решение 1-2 типовых задач. 4. Самостоятельное решение задач. 5. Разбор типовых ошибок при решении (в конце текущего занятия или в начале следующего).

Результативность самостоятельной работы студентов во многом определяется наличием активных методов ее контроля. Существуют следующие виды контроля:

- входной контроль знаний и умений студентов при начале изучения очередной дисциплины;
- текущий контроль, то есть регулярное отслеживание уровня усвоения материала на лекциях, практических и лабораторных занятиях;
- промежуточный контроль по окончании изучения раздела или модуля курса;
- самоконтроль, осуществляемый студентом в процессе изучения дисциплины при подготовке к контрольным мероприятиям;
- итоговый контроль по дисциплине в виде зачета или экзамена;
- контроль остаточных знаний и умений спустя определенное время после завершения изучения дисциплины.

Примерный перечень вопросов к экзамену

1. Истинные и виртуальные перемещения точки и системы. Условия, налагаемые связями на вариации координат.
2. Принцип Даламбера для механической системы. Метод кинетостатики.
3. Уравнение Даламбера-Лагранжа.
4. Вывод общих теорем динамики из принципа Даламбера-Лагранжа.
5. Постулат идеальных связей.
6. Уравнения Лагранжа 1-го рода.
7. Вывод уравнений Лагранжа 2-го рода из принципа Даламбера-Лагранжа.
8. Выражение кинетической энергии системы в обобщенных координатах.
9. Уравнения Лагранжа 2-го рода для консервативной системы. Первые интегралы.
10. Метод игнорирования координат. Функция Рауса.
11. Определение реакций связей.
12. Принцип виртуальных перемещений для механической системы.
13. Условия равновесия системы в декартовых координатах. Метод множителей Лагранжа.

14. Условия равновесия системы в обобщенных координатах.
15. Канонические уравнения Гамильтона. Первые интегралы.
16. Уравнения Рауса движения неголономной системы.
17. Уравнения Аппеля движения неголономной системы.
18. Пример использования уравнений Рауса для описания движения неголономной системы.
19. Пример использования уравнений Аппеля для описания движения неголономной системы.
20. Устойчивость равновесия. Теорема Лежен Дирихле.
21. Малые движения системы около положения равновесия.
22. Функция рассеяния и ее механический смысл.
23. Уравнения малых движений системы около положения равновесия.
24. Исследование корней характеристического уравнения и характера малых движений.
25. Нормальные координаты.
26. Двойной физической маятник.
27. Принцип наименьшего принуждения Гаусса.
28. Вывод уравнений движения системы из принципа Гаусса.
29. Вывод принципа наименьшего принуждения из принципа Даламбера-Лагранжа.
30. Принцип прямейшего пути Герца.
30. Принцип стационарного действия Гамильтона.
31. Вывод уравнений движения системы из принципа Гамильтона.
32. Принцип Мопертюи – Лагранжа.

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УВО

| Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование | Название кафедры | Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине | Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола) |
|---|---|---|---|
| Сопротивление материалов и основы строительной механики | Кафедра теоретической и прикладной механики | нет | Изменений не требуется (протокол № 5 от 03.11.2022 г.) |
| Основы механики сплошных сред | Кафедра теоретической и прикладной механики | нет | Изменений не требуется (протокол № 5 от 03.11.2022 г.) |
| Механика роботов и манипуляторов | Кафедра теоретической и прикладной механики | нет | Изменений не требуется (протокол № 5 от 03.11.2022 г.) |

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ УВО
на ____ / ____ учебный год

| №п/ п | Дополнения и изменения | Основание |
|----------|------------------------|-----------|
| | | |

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры теоретической и прикладной механики протокол № ____ от _____ 2021_г.)

Заведующий кафедрой
д. физ.-мат. наук, профессор

М.А. Журавков

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета
д. физ.-мат. наук

С.М. Босяков