Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Факультет инновационных технологий

УТВЕРЖДЕНО:
Декан
С. В. Шидловский

Рабочая программа дисциплины

Прикладная механика

по направлению подготовки / специальности

27.03.05 Инноватика

Направленность (профиль) подготовки/ специализация:
Управление инновациями в наукоемких технологиях

Форма обучения
Очная

Квалификация
инженер-аналитик/инженер-исследователь

Год приема
2025

СОГЛАСОВАНО:
Руководитель ОП
О.В. Вусович

Председатель УМК
О.В. Вусович

Томск – 2025

1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК 1 – Способен использовать в профессиональной деятельности основные законы естественнонаучных и общеинженерных дисциплин, применять методы математического моделирования, теоретических и экспериментальных исследований

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

РООПК 1.1 Знает фундаментальные законы естественнонаучных и общеинженерных дисциплин и математические законы

РООПК 1.2 Умеет применять законы естественнонаучных и общеинженерных дисциплин и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера

2. Задачи освоения дисциплины

– Освоить аппарат теоретической механики.

– Сформировать инженерно-технические компетенции и устойчивые представления студентов в области прикладной механики, применяемые при проектировании, разработке и эксплуатации механических систем и их элементов.

– Научиться применять понятийный аппарат прикладной механики для решения практических задач профессиональной деятельности.

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к Блоку 1 «Дисциплины (модули)».

Дисциплина относится к обязательной части образовательной программы.

4. Семестр(ы) освоения и форма(ы) промежуточной аттестации по дисциплине

Четвертый семестр, зачет

5. Входные требования для освоения дисциплины

Для успешного освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные у обучающихся в результате освоения таких дисциплин, как «Математика», «Физика», «Информатика».

6. Язык реализации

Русский

7. Объем дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 з.е., 72 часов, из которых:

-лекции: 16 ч.

-практические занятия: 16 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

8. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Тема 1. Статика

Основные понятия и аксиомы статики. Система сходящихся тел. Теория пар. Основная теорема статики и условия равновесия пространственной системы сил. Плоская система сил. Равновесие тела при наличии трения скольжения и качения. Пространственная система сил. Центр параллельных сил и центр тяжести.

Тема 2. Кинематика

Кинематика точки. Основные движения твердого тела. Плоское движение твердого тела. Движение твердого тела с одной неподвижной точкой. Свободное твердое тело. Сложное движение точки. Сложное движение твердого тела.

Тема 3. Динамика материальной точки и твердого тела

Введение в динамику. Дифференциальные уравнения движения. Общие теоремы динамики точки. Движение материальной точки в центральном силовом поле. Несвободное движение. Динамика относительного движения материальной точки. Материальная система. Теорема об изменении количества движения материальной системы. Теорема об изменении момента количества движения материальной системы. Теорема об изменении кинетической энергии материальной системы. Динамика тела переменной массы. Уравнение Мещерского. Задача Циолковского. Формула Циолковского для многоступенчатой ракеты.

Тема 4. Аналитическая статика

Связи. Виртуальное перемещение голономных систем. Принцип виртуальных перемещений. Условие равновесия в обобщенных координатах.

Тема 5. Аналитическая динамика

Общие уравнения динамики. Уравнения Лагранжа второго рода. Особенности применения уравнений Лагранжа второго рода к системам с неидеальными и неудерживающими связями.

Тема 6. Литейное производство

Технологические основы литейного производства. Литейные материалы и их свойства. Литьё в песчаные формы. Специальные способы литья. Обеспечение технологичности литых деталей.

Тема 7. Обработка металлов давлением

Физико-механические основы обработки металлов давлением. Особенности технологического процесса и оборудование для обработки давлением. Нагрев металла для обработки давлением и нагревательные устройства. Получение машиностроительных профилей прокаткой, волочением и прессованием. Получение машиностроительных заготовок ковкой, объёмной и листовой штамповкой.

Тема 8. Сварка. Пайка. Нанесение металлических покрытий

Сварка металлов. Физико-механические основы образования сварного соединения. Свариваемость. Классификация способов сварки. Сварочные материалы. Термические виды сварки, их физическая сущность, режимы и особенности применения. Термомеханические и механические методы сварки, их физическая сущность и особенности применения. Напряжения и деформации в сварных соединениях. Контроль качества сварных соединений. Нанесение износостойких и жаропрочных покрытий. Наплавка. Металлизация и газотермическое напыление. Пайка металлов. Конструирование паяных соединений. Контроль качества паяных соединений.

Тема 9. Технологические основы производства деталей методами размерной обработки

Физико-механические основы обработки конструкционных материалов резанием. Общие сведения и характеристика процессов резания. Движения в процессе резания. Формообразование поверхностей. Классификация металлорежущих станков. Обеспечение показателей качества деталей в процессе резания.

9. Текущий контроль по дисциплине

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, проведения контрольных работ, тестов по лекционному материалу, выполнения домашних практических заданий, и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр.

Оценочные материалы текущего контроля размещены на сайте ТГУ в разделе «Информация об образовательной программе» - https://www.tsu.ru/sveden/education/eduop/.

10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

Зачет с оценкой в четвертом семестре проводится в письменной форме по билетам. Билет содержит теоретический вопрос и две задачи. Продолжительность зачета 1,5 часа.

Примерный перечень теоретических вопросов

1. Сложное движение точки. Относительное, переносное и абсолютное движение точки. Теорема о сложении скоростей, абсолютная и относительная производные вектора.
2. Сложное движение точки (Теорема о сложении ускорений – теорема Кориолиса).
3. Сложное движение твёрдого тела. Сложение поступательных движений твёрдого тела. Сложение вращений вокруг пересекающихся осей.
4. Сложение вращений вокруг параллельных осей.
5. Сложение поступательных и вращательных движений. Три случая.
6. Общий случай сложения движений твёрдого тела.
7. Аксиомы статики и их следствия. Теорема о трёх непараллельных силах.
8. Активные силы и реакции связей. Принцип освобождаемости от связей. Основные задачи статики.
9. Приведение системы сходящихся сил к равнодействующей. Условия равновесия системы сходящихся сил.
10. Сложение двух параллельных сил.
11. Момент силы относительно точки и относительно оси.
12. Пара сил. Момент пары сил.
13. Теоремы о парах сил.
14. Лемма о параллельном переносе силы.
15. Основная теорема статики.
16. Условия равновесия пространственной системы сил.
17. Равновесие тела при наличии трения скольжения.
18. Равновесие тела при наличии трения качения.
19. Пространственная система сил. Статические инварианты. Динамический винт.
20. Частные случаи приведения пространственной системы сил.
21. Уравнения равновесия пространственной системы сил.
22. Центр параллельных сил.
23. Центр тяжести.
24. Методы нахождения центра тяжести. (Симметрия, разбиение, отрицательный вес).
25. Основное уравнение динамики точки. Основные законы динамики. (Законы Ньютона).
26. Дифференциальные уравнения движения материальной точки.
27. Первая и вторая задачи динамики (общее решение второй задачи).

28. Прямолинейное движение материальной точки. Частные случаи. а) сила есть функция только времени б) сила зависит только от положения точки с) сила является функцией только скорости
29. Теорема об изменении количества движения материальной точки.
30. Теорема об изменении момента количества движения материальной точки. Теорема площадей.
31. Работа силы. Теорема об изменении кинетической энергии.
32. Определение несвободного движения. Связи. Принцип освобождаемости от связей. Уравнения связей, классификация связей.
33. Движение точки по гладкой неподвижной поверхности.
34. Движение точки по гладкой неподвижной кривой.
35. Естественные уравнения движения.
36. Метод кинетостатики для точки (принцип Даламбера). Явление невесомости.
37. Динамика относительного движения точки. Переносная и кориолисовая силы инерции. Условия относительного покоя.
38. Материальная система. Центр масс. Внешние и внутренние силы. Свойства внутренних сил. Дифференциальные уравнения движения системы материальных точек.
39. Теорема об изменении количества движения материальной системы.
40. Теорема об изменении момента количеств движения материальной системы.
41. Теорема об изменении кинетической энергии материальной системы.
42. Закон сохранения полной механической энергии материальной системы.
43. Динамика тела переменной массы. Понятие тела переменной массы. Уравнение движения точки переменной массы. Количество движения переменной массы. Теорема об изменении количества движения тела переменной массы.
44. Уравнение Мещерского. Задача Циолковского. Формула Циолковского для многоступенчатой ракеты.
45. Аналитическая статика. Связи. Виртуальные перемещения голономных связей.
46. Идеальные связи. Принцип виртуальных перемещений.
47. Обобщенные координаты и обобщенные силы. Условия равновесия в обобщенных координатах.
48. Аналитическая динамика. Общее уравнение динамики. Уравнения Лагранжа второго рода.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Как отличаются между собой свойства листа из одного сплава, полученного холодной и горячей прокаткой?
2. Почему деформацию свинца при комнатной температуре следует считать горячей?
3. Какой из двух болтов одинаковых размеров и материала будет более работоспособным: с головкой, полученной пластическим деформированием или выточенной из цилиндрической заготовки?
4. Изобразите графическую зависимость напряжение - степень пластической деформации, характерную для холодной деформации, и покажите, как будет выглядеть этот график при увеличении температуры деформирования; наложении внешнего сжимающего давления.
5. Какая из основных схем пластического деформирования наиболее благоприятна для формоизменения малопластичных сплавов?
6. Какие факторы обусловливают точность тонколистового проката?
7. Почему сталь прессуют в горячем состоянии?
8. Как различаются свойства стального прутка до и после волочения?
9. В чем состоит сущность изготовления отливок?
10. Как классифицируются отливки по их назначению и по группам сложности?

11. Дайте определение литейной формы.
12. Какие основные требования предъявляются к литейной форме?
13. Каким требованиям должны удовлетворять литейные сплавы?
14. Назовите наиболее важные литейные свойства сплавов.
15. Какие сплавы обладают наибольшей жидкотекучестью?
16. Какие причины приводят к образованию в отливках усадочных раковин и усадочной пористости? Как предупреждают их образование в отливках?
17. Что называется ликвацией? Какие виды ликвации встречаются в отливках и какие меры необходимо применять для их предупреждения?
18. Какие меры применяют для уменьшения вероятности образования газовых раковин и газовой пористости в отливках?
19. В чем заключается сущность литья в песчаные формы и каковы особенности этого способа?
20. Что входит в состав модельного комплекта и в какой последовательности разрабатывается технологический процесс литья?
21. Что входит в состав формовочных и стержневых смесей? Какие требования предъявляются к формовочным и стержневым смесям?
22. Для чего предназначаются литниковые системы? Назовите основные элементы литниковых систем.
23. Какие способы формовки применяют при изготовлении крупных отливок?
24. Назовите основные дефекты, которые могут формироваться в отливках. Какие методы применяются для их обнаружения? Как устраняются эти дефекты?
25. В чем заключается сущность литья в оболочковые формы?
26. Назовите последовательность основных операций при изготовлении отливок литьем по выплавляемым моделям.
27. В чем состоит сущность литья в кокиль? Для чего предназначаются теплоизолирующие кокильные покрытия?
28. В чем заключается сущность и каковы особенности центробежного литья?
29. В чем особенности изготовления отливок литьем под давлением?
30. Какие используются способы изготовления отливок под регулируемым давлением? Назовите их особенности.
31. Назовите наиболее важные критерии, которые следует учитывать при выборе рационального способа изготовления отливок.
32. Какие основные способы применяются при изготовлении отливок из алюминиевых сплавов?
33. Укажите особенности изготовления отливок из тугоплавких и жаропрочных сплавов.
34. Что понимается под технологичностью литой детали?
35. В чем заключаются особенности конструкции литых деталей, получаемых литьем в оболочковые формы и литьем по выплавляемым моделям?
36. Какие основные условия необходимо выполнить для получения сварного соединения?
37. Как оценивают свариваемость материалов?
38. По каким признакам различают способы сварки?
39. Какие основные электрические и тепловые свойства электрической дуги?
40. Как выбирают режим ручной дуговой сварки?
41. В чем заключаются преимущества автоматической дуговой сварки под флюсом по сравнению с ручной электродами?
42. Каковы технологические возможности и области рационального применения автоматической дуговой сварки под флюсом?
43. Какие разновидности дуговой сварки в защитных газах применяют для соединения материалов?
44. В чем заключаются металлургические особенности сварки в углекислом газе?

45. Какие особенности электроннолучевой сварки позволяют получать высококачественные соединения в изделиях из тугоплавких металлов - ниобия, тантала, вольфрама, молибдена?
46. Почему при электронно-лучевой сварке в сварных швах содержится меньше неметаллических включений и газов, чем в основном металле?
47. Перечислите основные достоинства и недостатки лазерной сварки по сравнению с электронно-лучевой.
48. Почему при газовой сварке в шве и околошовной зоне образуется крупнозернистая структура?
49. Каковы принципиальные различия процессов кислородной, плазменной и лазерной резки?
50. Какова принципиальная сущность образования соединения в твердом состоянии?
51. Вследствие каких причин прочность сварного соединения, полученного холодной сваркой, выше прочности основного металла?
52. Каковы отличительные особенности и возможности контактной стыковой сварки сопротивлением и оплавлением?
53. В чем заключаются принципиальные отличия процессов наплавки от напыления и металлизации?
54. Каковы причины и механизм образования собственных сварочных деформаций и напряжений?
55. Какова свариваемость углеродистых и легированных сталей?
56. Назовите основные способы пайки, их принципиальные различия.
57. Всегда ли при пайке прочность соединения равна прочности припоя?
58. Перечислите основные требования к припоям и флюсам для пайки.
59. Какова физическая сущность процесса резания?
60. Назовите основные типы станков токарной группы.
61. Каковы особенности процесса резания при сверлении по сравнению с методом точения?
62. При каких условиях применяют рассверливание, зенкерование и развертывание отверстия?
63. Какие принципиальные отличия метода шлифования от метода обработки лезвийным инструментом?
64. Какова суть явления упрочнения поверхностных слоев деталей?

Примеры практических задач:

Задача 1.

Пусть точка массой m движется согласно законам $x = c\cos kt$ и $y = b\sin kt$. Определить величину и направление силы, вызывающей движение по заданным законам.

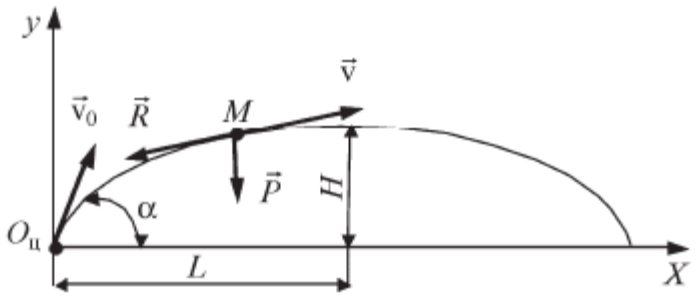
Задача 2.

Тело весом $P = mg$, брошенное с начальной скоростью v_0 под углом α к горизонту, движется под влиянием силы тяжести и сопротивления воздуха R пропорционального скорости

Определить:

1) наибольшую высоту H тела над уровнем начального положения;

2) на каком расстоянии L по горизонтали точка достигнет максимальной высоты.



Задача 3.

Элерон отклонен с помощью тяги управления DK на некоторый угол по отношению к направлению набегающего потока. При этом тяга AB поворачивает сервокомпенсатор (часть поверхности на конце элерона). На элерон действует распределенная нагрузка за- данной интенсивности. Не учитывая вес элерона, вычислить силу в тягах управления ($OD = OA = a$; $CB = h$).

Задача 4.

Самолет движется в горизонтальной плоскости прямолинейно, имея в некоторый момент скорость $v_0 = 155$ м/с. Вес само- лета $G = 160$ кН. Тяга изменяется по закону $T = (45 + 0{,}025\,t)$ кН. Предположим, что за время изменения тяги среднее значение силы сопротивления воздуха стало $Q = 45$ кН. Определить, через какой промежуток времени скорость самолета станет v1 = 160 м/с, если g = 10 м/с2.

Задача 5.

Стальной стержень (рис. 2.15, *а*) закреплен верхним концом и нагружен тремя силами. Проверить прочность стержня и определить его грузоподъемность. Задачу решить без учета собствен- ного веса стержня. $[\sigma] = 160$ МПа; $F = 30$ кН; $A_1 = 10$ см^2; $A_2 = 4$ см^2.

Задача 6.

Определить необходимое число заклепок диаметром $d = 23$ мм для прикрепления раскоса фермы, состоящего из двух уголков 90×56×8, к фасованному листу (косынке), имеющему толщину $\delta = 1{,}2$ см (рис. 3.6). Растягивающая сила в раскосе $F = 300$ кН, материал – Ст.3, отверстия для заклепок продавлены.

Задача 7.

Определить положение центра тяжести сечения, показанного на рисунке

Задача 8.

Пример 5.1. Для вала, п оказанного на рисунке, из расчета на п рочность оп ределить диаметр и п остроить эп юру углов закручивания. $M_1 = 0{,}6$ кН·м; $M_2 = 2{,}2$ кН·м; $M_3 = 0{,}8$ кН·м; $G = 0{,}8 \cdot 10^5$ МПа; $[\tau] = 30$ МПа; $a = 2$ м; $b = 1{,}4$ м; $c = 1{,}6$ м.

Задача 9.

3. Момент пары сил равен 100 Н · м, плечо пары 0,2 м. Определить значение сил пары. Как изменится значение пары сил, если плечо увеличить в два раза при сохранении численного значения момента?

Задача 10.

2. Вычислите полярный момент инерции поперечного сечения трубы. Наружный диаметр трубы $d_н = 100$ мм, внутренний $d_в = 90$ мм.

Результаты зачета с оценкой определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Текущий контроль и промежуточная аттестация влияют на получение допуска к сдаче теоретического зачета.

Зачет во втором семестре проводится в письменной форме по билетам. Экзаменационный билет состоит из двух частей. Продолжительность экзамена 1,5 часа.

Первая часть представляет собой билет, в который включены два теоретических вопроса.

Вторая часть содержит одну практическую задачу.

11. Учебно-методическое обеспечение

а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронной образовательной среде «iDO» - https://lms.tsu.ru/course/view.php?id=1638

б) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.

в) План практических занятий по дисциплине.

д) Методические указания по организации самостоятельной работы студентов.

12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

а) основная литература:

Дальский А.М., Барсукова Т.М., Бухаркин Л.Н. Технология конструкционных материалов Издательство: Машиностроение Год: 2004. – 512 с.

Материаловедение. Технология конструкционных материалов : учебное пособие / Шишкин А. В., Чередниченко В. С., Черепанов А. Н., Марусин В. В.; под ред. В.С.Чередниченко. - М. : Омега-Л, 2006. - 751 с.

Технология конструкционных материалов: учебное пособие для вузов / Под ред. М.А. Шатерина. – СПб.: Политехника, 2005. – 597 с.

Бутенин Н.В., Лунц Я.Л., Меркин Д.Р. Курс теоретической механики. 11-е изд. – Спб., 2009 г.

б) дополнительная литература:

Полухин П.И. Технология металлов и сварка. - М.: Высшая школа, 1977.- 464 с.

Кнозоров Б.В., Усова Л.Ф., Третьякова А.В. Технология металлов и материаловедение. - М.: Металлургия, 1987.- 800 с.

Болдырев А.М., Орлов А.С. Сварочные работы в строительстве и основы технологии металлов. – М.: Изд-во Ассоциации строительных вузов, 1994.- 432 с.

Фетисов Г.П., Карпман М.Г. и др. Материаловедение и технология металлов. - М.: Высшая школа. 2000.- 638 с.

Томилов Е.Д. Теоретическая механика Ч.1. – Изд-во Томского университета, 1966. – Ч.1. – 304 с.

Четаев Н.Г. Теоретическая механика /Под. Ред. В.В. Румянцева, К.Е. Якимовой. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. Лит., 1987. – 368 с.

Бухгольц Н.Н. Основной курс теоретической механики, Ч.1. – М.: Наука, 1965.

Яковленко Г.Н. Лекции по теоретической механики МФТИ, Москва 2003 187с.

Бать М.И., Джанелидзе Г.Ю., Кельзон А.С. Теоретическая механика в примерах и задачах. 9-е изд., стер.. – СПб., 2010 г.

Мещерский И.В. Сборник задач по теоретической механике. 35-е изд. – М., 2001 г.

в) ресурсы сети Интернет:

– открытые онлайн-курсы

– Теоретическая механика для инженеров и исследователей https://openedu.ru/course/mipt/THMECH/

Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации размещены на сайте ТГУ в разделе «Информация об образовательной программе» - https://www.tsu.ru/sveden/education/eduop/.

13. Перечень информационных технологий

а) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

– Microsoft Office Standart 2013 Russian: пакет программ. Включает приложения: MS Office Word, MS Office Excel, MS Office PowerPoint, MS Office On-eNote, MS Office Publisher, MS Outlook, MS Office Web Apps (Word Excel MS PowerPoint Outlook);

– публично доступные облачные технологии (Google Docs, Яндекс диск и т.п.).

б) информационные справочные системы:

– Электронный каталог Научной библиотеки ТГУ – http://chamo.lib.tsu.ru/search/query?locale=ru&theme=system

– Электронная библиотека (репозиторий) ТГУ – http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Index

– ЭБС Лань – http://e.lanbook.com/

– ЭБС Консультант студента – http://www.studentlibrary.ru/

– Образовательная платформа Юрайт – https://urait.ru/

14. Материально-техническое обеспечение

Аудитории для проведения занятий лекционного типа.

Аудитории для проведения занятий семинарского типа, индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой и доступом к сети Интернет, в электронную информационно-образовательную среду и к информационным справочным системам.

15. Информация о разработчиках

Еремин Иван Владимирович, канд. физ.-мат. наук, доцент кафедры прикладной газовой динамики и горения ФТФ ТГУ, доцент кафедры управления инновациями