

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Никишкина Татьяна Юрьевна  
Должность: Директор  
Дата подписания: 27.01.2026 15:07:33  
Уникальный программный ключ:  
0a44cc3e5f5bb746f50173cba89718ffd301d635

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА**

**ОМСКИЙ ИНСТИТУТ ВОДНОГО ТРАНСПОРТА  
(ФИЛИАЛ)**

**ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«СИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ВОДНОГО ТРАНСПОРТА»**

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора по УиНР ВО  
ОИВТ (филиал) ФГБОУ ВО «СГУВТ»

Калекин В.В.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

Шифр дисциплины: 2022.13.03.02.02 . Б1.О.16  
(шифр ОПОП) (шифр дисциплины из учебного плана)

**Рабочая программа дисциплины (модуля)**

Наименование дисциплины (модуля):

**Техническая механика**

(полное наименование дисциплины (модуля), в строгом соответствии с учебным планом)

Омск

2022  
(год набора)

Составлена \_\_\_\_\_  
(должность)  
кафедры \_\_\_\_\_  
(сокращенное наименование кафедры)  
\_\_\_\_\_  
(ученая степень) , \_\_\_\_\_  
(ученое звание) \_\_\_\_\_  
(И.О. Фамилия)

\_\_\_\_\_  
(подпись) \_\_\_\_\_  
(И.О. Фамилия) « \_\_\_\_\_ » 20 \_\_\_\_\_ г.  
число месяц год

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры естественнонаучных и  
общепрофессиональных дисциплин  
\_\_\_\_\_  
(наименование кафедры полностью)

от « \_\_\_\_\_ » 20 \_\_\_\_\_ г., \_\_\_\_\_  
число месяц год  
Протокол № \_\_\_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_  
(сокращенное наименование кафедры) \_\_\_\_\_  
(подпись) \_\_\_\_\_  
И.И. Малахов  
(И.О.Фамилия)

Согласована:

Руководитель ОПОП \_\_\_\_\_  
(ученая степень, ученое звание) \_\_\_\_\_  
(подпись) \_\_\_\_\_  
И.И. Малахов  
(И.О. Фамилия)

Заведующий библиотекой ОИВТ \_\_\_\_\_  
(подпись) \_\_\_\_\_  
И.А. Скоробогатова  
(И.О. Фамилия)

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

## 1.1 Цели дисциплины

Целью дисциплины «Теоретическая механика» является формирование у студентов системы знаний о теоретической механике как науке, в которой рассматриваются общие законы механического движения и взаимодействия материальных тел.

## 1.2 Перечень формируемых компетенций

В результате освоения дисциплины (модуля) у обучающегося должны сформироваться следующие компетенции, выраженные через результат обучения по дисциплине (модулю), как часть результата освоения образовательной программы (далее – ОП):

### 1.2.1 Общекультурные компетенции (ОК)

Дисциплина не формирует общекультурные компетенции

### 1.2.2 Общепрофессиональные компетенции (ОПК)

Дисциплина не формирует общепрофессиональные компетенции

### 1.2.3 Профессиональные компетенции (ПК)

| Компетенция |                                                                                                                                                                              | Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Шифр        | Содержание                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| ПК-1        | Способность генерировать новые идеи, выявлять проблемы, связанные с реализацией профессиональных функций, формулировать задачи и намечать пути исследования                  | <b>Знать:</b><br>3.ПК-1.1 – пути выявления проблем, связанных с реализацией профессиональных функций<br><b>Уметь:</b><br>У.ПК-1.1 – генерировать новые идеи<br><b>Владеть:</b><br>Н.ПК-1.1 – методами теоретического и экспериментального исследования, методами использования, технического контроля и испытания оборудования и материалов |
| ПК-2        | Способность и готовностью к самостоятельному обучению в новых условиях производственной деятельности с умением установления приоритетов для достижения цели в разумное время | <b>Знать:</b><br>3.ПК-2.1.1 – основные понятия, законы и модели механики, кинематики<br><b>Уметь:</b><br>У.ПК-2.1.1 – выявлять физическую сущность явлений и процессов в устройствах различной физической природы и выполнять применительно к ним простые технические расчеты                                                               |

|  |  |                                                                                                                    |
|--|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  | <b>Владеть:</b><br>Н.ПК-2.1.1 – методами статического, кинематического и динамического расчетов механизмов и машин |
|--|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

#### **1.2.4 Профессиональные компетенции профиля или специализации (ПКС)**

Дисциплина не формирует профессиональные компетенции профиля или специализации.

#### **1.2.5 Компетенции МК ПДНВ (КМК)**

Дисциплина не формирует компетенции МК ПДНВ (КМК).

## **2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина (модуль) реализуется в рамках базовой части  
(базовой, вариативной или факультативной)

основной профессиональной образовательной программы.

**3 Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах (ЗЕТ) с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

Для заочной формы обучения:  
(очной, очно-заочной или заочной)

| Формы контроля                      |        |                |                  |                 |     | Всего часов |          |                   |     |          | Всего ЗЕТ  |      | Курс 1 |     |     |    |     |     |          | Курс 2 |     |     |    |     |     |          |
|-------------------------------------|--------|----------------|------------------|-----------------|-----|-------------|----------|-------------------|-----|----------|------------|------|--------|-----|-----|----|-----|-----|----------|--------|-----|-----|----|-----|-----|----------|
|                                     |        |                |                  |                 |     | По ЗЕТ      | По плану | в том числе       |     |          |            |      |        |     |     |    |     |     |          |        |     |     |    |     |     |          |
| Экзамены                            | Зачеты | Зачеты оценкой | Курсовые проекты | Курсовые работы | РГР |             |          | Контактная работа | СРС | Контроль | Экспертное | Факт | ЗЕТ    | Лек | Лаб | Пр | КСР | СРС | Контроль | ЗЕТ    | Лек | Лаб | Пр | КСР | СРС | Контроль |
| 2                                   |        |                |                  |                 |     | 144         | 144      | 18                | 108 | 18       | 4          | 4    |        |     |     |    |     |     |          | 4      | 6   |     | 6  | 6   | 108 | 18       |
| в том числе тренажерная подготовка: |        |                |                  |                 |     |             |          |                   |     |          |            |      |        |     |     |    |     |     |          |        |     |     |    |     |     |          |

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

##### 4.1 Разделы и темы дисциплины (модуля) и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)

| №                 | Разделы и темы дисциплины (модуля)                                                                             | Виды учебных занятий, включая СРС |    |     |     |    |   |    |    |     |     |    |    |
|-------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|----|-----|-----|----|---|----|----|-----|-----|----|----|
|                   |                                                                                                                | Лек                               |    |     | Лаб |    |   | Пр |    |     | СРС |    |    |
|                   |                                                                                                                | О                                 | ОЗ | З   | О   | ОЗ | З | О  | ОЗ | З   | О   | ОЗ | З  |
| 2 курс,3 семестр  |                                                                                                                |                                   |    |     |     |    |   |    |    |     |     |    |    |
| 1                 | Раздел 1. Статика                                                                                              |                                   |    |     |     |    |   |    |    |     |     |    |    |
| 1.1               | Тема 1.1 Введение в теоретическую механику. Аксиомы статики. Связи и их реакции. Теория пар сил                |                                   |    | 0,5 |     |    |   |    |    |     |     |    | 5  |
| 1.2               | Тема 1.2. Основная теорема статики (метод Пуансо). Условия равновесия произвольной системы сил, частные случаи |                                   |    | 0,5 |     |    |   |    |    |     |     |    | 5  |
| 1.3               | Тема 1.3. Трение скольжения и трение качения. Законы трения. Методика решения задач с учётом сил трения        |                                   |    |     |     |    |   |    |    | 0,5 |     |    | 5  |
| 1.4               | Тема 1.4. Центр тяжести тел                                                                                    |                                   |    | 0,5 |     |    |   |    |    | 0,5 |     |    | 5  |
| 2                 | Раздел 2. Кинематика                                                                                           |                                   |    |     |     |    |   |    |    |     |     |    |    |
| 2.1               | Тема 2.1 Введение в кинематику. Кинематика точки                                                               |                                   |    | 0,5 |     |    |   |    |    |     |     |    | 7  |
| 2.2               | Тема 2.2. Кинематика твердого тела. Поступательное движение. Вращение твердого тела вокруг неподвижной оси     |                                   |    |     |     |    |   |    |    | 1   |     |    | 10 |
| 2.3               | Тема 2.3. Плоское движение твердого тела                                                                       |                                   |    |     |     |    |   |    |    |     |     |    | 5  |
| 2.4               | Тема 2.4. Сложное движение точки                                                                               |                                   |    |     |     |    |   |    |    | 0,5 |     |    | 5  |
| 2 курс, 4 семестр |                                                                                                                |                                   |    |     |     |    |   |    |    |     |     |    |    |
| 3                 | Раздел 3. Динамика                                                                                             |                                   |    |     |     |    |   |    |    |     |     |    |    |
| 3.1               | Тема 3.1 Динамика материальной точки. Две основные задачи ди-                                                  |                                   |    | 0,5 |     |    |   |    |    |     |     |    | 7  |

| №            | Разделы и темы дисциплины (модуля)                                                                   | Виды учебных занятий, включая СРС |    |          |     |    |   |    |    |          |     |    |            |
|--------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|----|----------|-----|----|---|----|----|----------|-----|----|------------|
|              |                                                                                                      | Лек                               |    |          | Лаб |    |   | Пр |    |          | СРС |    |            |
|              |                                                                                                      | О                                 | ОЗ | З        | О   | ОЗ | З | О  | ОЗ | З        | О   | ОЗ | З          |
|              | намики точки                                                                                         |                                   |    |          |     |    |   |    |    |          |     |    |            |
| 3.2          | Тема 3.2. Прямолинейные колебания материальной точки                                                 |                                   |    | 0,5      |     |    |   |    |    |          |     |    | 7          |
| 3.3          | Тема 3.3. Динамика механической системы. Геометрия масс                                              |                                   |    |          |     |    |   |    |    | 0,5      |     |    | 10         |
| 3.4          | Тема 3.4. Общие теоремы динамики материальной точки и механической системы                           |                                   |    |          |     |    |   |    |    | 0,5      |     |    | 7          |
| 3.5          | Тема 3.5. Работа, мощность, кинетическая энергия материальной точки и механической системы           |                                   |    |          |     |    |   |    |    | 1        |     |    | 5          |
| 3.6          | Тема 3.6. Дифференциальные уравнения движения твёрдого тела                                          |                                   |    | 0,5      |     |    |   |    |    | 0,5      |     |    | 5          |
| 3.7          | Тема 3.7. Принцип Даламбера для материальной точки и механической системы                            |                                   |    | 0,5      |     |    |   |    |    | 0,5      |     |    | 10         |
| 3.8          | Тема 3.8. Введение в аналитическую механику. Общее уравнение динамики. Принцип возможных перемещений |                                   |    |          |     |    |   |    |    |          |     |    | 5          |
| 3.9          | Тема 3.9. Уравнения Лагранжа 2-го рода. Применение их к исследованию движения механических систем    |                                   |    | 1        |     |    |   |    |    | 1        |     |    | 5          |
| <b>ИТОГО</b> |                                                                                                      |                                   |    | <b>6</b> |     |    |   |    |    | <b>6</b> |     |    | <b>108</b> |

Примечания: О – очная форма обучения, ОЗ – очно-заочная форма обучения, З – заочная форма обучения.

## 4.2 Содержание разделов и тем дисциплины

## **Раздел 1. Статика**

**Тема 1.1 Введение в теоретическую механику. Предмет статике. Основные понятия и определения. Аксиомы. Связи и их реакции. Две основные задачи статике [1,2,3,4].**

Предмет теоретической механики. Фундаментальные модели и определения. Место теоретической механики в цикле естественнонаучных дисциплин. Структура курса теоретической механики.

Предмет статике. Основные понятия и определения. Проекция силы на ось. Система сил и её различные виды. Аксиомы статике. Связи и их реакции: опорная поверхность; цилиндрический и сферический шарниры; невесомый стержень; гибкая связь; подпятник; жесткая заделка. Две основные задачи статике.

**Тема 1.2 Приведение систем сил к простейшему виду. Главный вектор и главный момент системы сил. Условия равновесия систем сил [1,2,3,4].**

Момент силы: определение; формулы момента силы относительно точки в скалярном и векторном видах; проекция момента силы на ось. Пара сил. Момент пары. Формулы для момента пары в векторном и скалярном видах. Теорема о моменте пары. Сложение моментов пар сил. Метод параллельного переноса силы.

Приведение произвольной системы сил к простейшему виду (к центру). Главный вектор и главный момент. Зависимость главного момента от выбора центра приведения. Условия равновесия в векторной форме. Условия равновесия в скалярной форме под действием различных видов систем сил: систем сил, сходящихся в одной точке на плоскости или в пространстве; расположенных произвольно на плоскости или в пространстве; систем параллельных сил. Статически определимые и неопределимые системы тел.

**Тема 1.3 Трение скольжения и трение качения. Центр тяжести [1,2,3,4].**

Трение скольжения (покоя). Законы Кулона. Примерные значения коэффициента трения сцепления для тел из различных материалов. Угол и конус трения.

Трение качения. Момент трения качения, формулы для его вычисления.

Центр параллельных сил. Декартовы координаты и свойство центра параллельных сил.

Центр параллельных сил тяжести (центр тяжести). Формулы для декартовых координат ЦТ тела, объема, площади, линии. Способы нахождения ЦТ тел.

## **Раздел 2. Кинематика**

**Тема 2.1 Кинематика точки. Способы задания движения точки [1,2,3,4].**

Предмет кинематики. Кинематика точки и тела. Траектория, скорость и ускорение точки. Векторный, координатный и естественный способы задания движения точки. Определение скорости и ускорения точки при различных способах задания её движения. Касательное и нормальное ускорения и их механический смысл. Законы движения точки.

**Тема 2.2 Поступательное движение тела. Вращательное движение тела вокруг неподвижной оси [1,2,3,4].**

Поступательное движение тела. Теорема о траекториях, скоростях и ускорениях точек тела.

Вращательное движение тела вокруг неподвижной оси. Угловая скорость и угловое ускорение, изображение их в виде векторов, скорость и ускорение точки тела, скалярные и векторные формулы для них.

### **Тема 2.3 Плоскопараллельное (плоское) движение тела [1,2,3,4].**

Плоское движение тела. Теоремы о скоростях точек и о проекциях скоростей точек. Мгновенный центр скоростей (МЦС) тела. Формулы для нахождения скоростей точек с помощью МЦС. Теорема об ускорениях точек. Мгновенный центр ускорений и способы его нахождения. Формулы для нахождения ускорений точек с помощью мгновенного центра ускорений (МЦУ). Планы скоростей и ускорений.

### **Тема 2.4 Сложное движение точки и тела [1,2,3,4].**

Сложное движение точки. Относительное, переносное и абсолютное движения; теоремы о скоростях и ускорениях в этих движениях. Ускорение Кориолиса. Механические передачи (редукторы). Кинематический расчет рядовых и планетарных редукторов. Сложение поступательных и вращательных движений вокруг осей. Пара вращений. Сферическое движение тела. Углы Эйлера. Мгновенные угловая скорость и угловое ускорение.

## **Раздел 3. Динамика.**

*2 курс (3 семестр)- очная форма обучения, 2 курс- заочная форма обучения.*

### **Тема 3.1 Предмет динамики. Основные понятия и законы динамики. Две задачи динамики. Дифференциальные уравнения движения точки. [1,2,3,4].**

Предмет динамики. Основные понятия и законы динамики. Динамика материальной точки. Инерциальные системы отсчета. Две основные задачи динамики. Дифференциальные уравнения движения материальной точки. Пример интегрирования. Начальные условия движения.

Свободные и затухающие прямолинейные колебания материальной точки. Вынужденные колебания в случае гармонически изменяющейся силы. Амплитудно-частотная характеристика.

#### **Тема 3.2. Общие теоремы динамики.**

Механическая система (МС) материальных точек. Внешние и внутренние силы. Свойства внутренних сил. Масса и центр масс (ЦМ) механической системы.

Момент инерции материальной точки и тела относительно оси. Осевые моменты инерции некоторых однородных тел. Теорема о моментах инерции относительно параллельных осей.

Общие теоремы динамики. Теорема о движении центра масс системы. Законы сохранения.

Количество движения материальной точки и механической системы. Теорема об изменении количества движения в дифференциальной и интегральной формах. Законы сохранения.

Кинетическая энергия материальной точки и МС. Элементарная и полная работы силы. Вычисление работы силы тяжести, силы упругости, сил, приложенных к вращающемуся телу. Теорема об изменении кинетической энергии материальной точки и МС.

Теоремы об изменении момента количества движения материальной точки и кинетического момента механической системы. Законы сохранения. Теорема Резаля.

#### **Тема 3.3. Принципы аналитической механики.**

Принцип Даламбера для материальной точки и механической системы. Даламберова сила инерции. Главный вектор и главный момент системы сил инерции, формулы для их вычисления. Приведение сил инерции точек тела в случаях поступательного, вращательного вокруг неподвижной оси и плоского движений.

Возможные перемещения материальной точки и механической системы. Возможная работа. Классификация связей. Степень свободы. Принцип возможных перемещений (Лагранжа).

Принцип Даламбера-Лагранжа (общее уравнение динамики).

Обобщенные координаты, скорости и силы. Условия равновесия и дифференциальные уравнения движения механической системы в обобщенных координатах (уравнения Лагранжа второго рода).

**Тема 3.4. Приложение общих теорем динамики к динамике движения твердого тела.**

Центробежные моменты инерции. Главные оси инерции тела. Определение динамических реакций подшипников тела, вращающегося вокруг неподвижной оси. Условия динамического уравновешивания вращения. Динамическое уравновешивание способом двух добавочных масс.

Приближенная теория гироскопа. Основные допущения. Свойства трехстепенного и двухстепенного гироскопов. Гироскопический момент. Правило Н.Е. Жуковского.

Дифференциальное уравнение вращения ведущего звена механизма. Приведенные момент сил и момент инерции относительно оси вращения ведущего звена.

### 4.3 Содержание лабораторных работ

Дисциплина не предусматривает лабораторные работы

### 4.4 Содержание практических занятий

| Номер раздела(темы) дисциплины                                                     | Наименование практических занятий, сборников задач.                                                                                                                                 |
|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Раздел 1. Статика</b><br><i>2 курс- заочная форма обучения</i>                  |                                                                                                                                                                                     |
| Тема 1.2. Приведение систем сил к простейшему виду. Условия равновесия систем сил. | Условия равновесия систем сил. Определение реакций связей. Теорема о моменте равнодействующей. Метод расчленения. (решение задач, 5ч.) [5-8].                                       |
| Тема 1.3. Трение скольжения при равновесии. Трение качения. Центр тяжести тела.    | Условия равновесия при наличии трения сцепления и качения. (решение задач, 1ч.) [5-8].<br>Расчет положения центра тяжести однородных и неоднородных тел. (решение задач, 1ч.) [5-8] |
| Номер раздела (темы) дисциплины                                                    | Наименование практических занятий, сборников задач.                                                                                                                                 |
| <b>Раздел 2. Кинематика</b><br><i>2 курс - заочная форма обучения</i>              |                                                                                                                                                                                     |

|                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Тема 2.1. Кинематика точки. Способы задания движения точки.                                                                                                    | Координатный и естественный способы задания движения точки.<br>(решение задач, 1ч.) [5-8]                                                                                                                                |
| Тема 2.2. Поступательное движение тела. Вращательное движение тела вокруг неподвижной оси.                                                                     | Поступательное и вращательное движения тела.<br>(решение задач, 2ч.) [5-8]                                                                                                                                               |
| Тема 2.3. Плоскопараллельное (плоское) движение тела.                                                                                                          | Плоскопараллельное движение тела.<br>(решение задач, 4ч.) [5-8]                                                                                                                                                          |
| Тема 2.4. Сложное движение точки и тела.                                                                                                                       | Сложное движение точки. Ускорение Кориолиса. Расчет рядовых и планетарных редукторов. Сферическое движение тела.<br>(решение задач, 3ч.) [5-8]                                                                           |
| <b>Номер разделы (темы) дисциплины</b>                                                                                                                         | <b>Наименование практических занятий, сборников задач</b>                                                                                                                                                                |
| <b>Раздел 3. Динамика</b><br><i>2 курс – заочная форма обучения</i>                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                          |
| Тема 3.1. Предмет динамики. Основные понятия. Законы Ньютона. Две основные задачи и методы их решения. Дифференциальные уравнения движения материальной точки. | Интегрирование дифференциальных уравнений движения точки.<br>(решение задач, 4ч.) [5-8]                                                                                                                                  |
| Тема 3.2. Общие теоремы динамики.                                                                                                                              | Теорема о движении ЦМ системы.<br>Теорема об изменении количества движения системы.<br>Теорема об изменении кинетической энергии системы.<br>Теорема об изменении кинетического момента.<br>(решение задач, 10 ч.) [5-8] |
| Тема 3.3. Принципы аналитической механики.                                                                                                                     | Принцип Даламбера.<br>Принцип возможных перемещений.<br>Общее уравнение динамики. Уравнение Лагранжа 2 рода.<br>(решение задач, 8ч.)                                                                                     |

|                                                            |                                                                                                                                                                                                                                             |
|------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Тема 3.4. Приложение общих теорем к динамике твердого тела | <p>Определение динамических реакций подшипников вращающегося тела.</p> <p>Способ добавочных масс для динамического уравнивания.</p> <p>Определение приведенных момента сил и момента инерции механической системы. (решение задач, 6ч.)</p> |
|------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

## 4.5 Курсовая работа

### 4.5.1 Соответствие темы (тем) дисциплины, работам, выполняемым в рамках курсовой работы

| № раздела<br>(темы) дисциплины                                  | Задания, выполняемые в курсовой работе                                                                                                                                                                                                                                                          |
|-----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>2 курс - заочная форма обучения</i>                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Тема 3.1 Дифференциальные уравнения движения материальной точки | <p>Выдача заданий на курсовую работу, объяснения по объему и содержанию работы.</p> <p>Исследование динамики движения материальной точки методом составления дифференциальных уравнений и их интегрирования [ 9 -11]</p>                                                                        |
| Тема 3.2 Общие теоремы динамики                                 | <p>Применение теоремы об изменении кинетической энергии к исследованию движения механической системы.</p> <p>Применение теоремы об изменении кинетического момента к исследованию движения механической системы.</p> <p>[ 9 -11]</p>                                                            |
| Тема 3.3 Принципы аналитической механики.                       | <p>Применение принципа возможных перемещений в задачах на равновесие механической системы.</p> <p>Применение принципа Даламбера для исследования движения механической системы.</p> <p>Применение общего уравнения динамики и уравнений Лагранжа второго рода для исследования движения МС.</p> |

### 4.5.2 Структура курсовой работы

| Наименование раздела | Объём             |                 | Часы* | Ссылка на учебно-методическую литературу (разделы 6 - 9) |
|----------------------|-------------------|-----------------|-------|----------------------------------------------------------|
|                      | графическая часть | текстовая часть |       |                                                          |

|                                                                           |                                 |                                     |           |        |
|---------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------|-----------|--------|
| Тема 3.1.<br>Дифференциальные<br>уравнения движения<br>материальной точки | 1 страница<br>формата А4        | 3 страницы<br>формата А4            | 4         | [9-11] |
| Тема 3.2. Общие<br>теоремы динамики.                                      | 2 страницы<br>формата А4        | 4-5 страниц<br>формата А4           | 6         | [9-11] |
| Тема 3.3. Принципы<br>аналитической<br>механики                           | 4страниц<br>формата А4          | 10-12 -страниц<br>формата А4        | 8         | [9-11] |
|                                                                           |                                 |                                     |           |        |
| <b>Всего</b>                                                              | <b>7 страниц<br/>формата А4</b> | <b>17-20 страниц<br/>формата А4</b> | <b>18</b> |        |

#### 4.6 Курсовой проект

Дисциплина не предусматривает курсовой проект.

#### 4.7 Самостоятельная работа. Контроль самостоятельной работы

В самостоятельную работу обучающихся входит: подготовка к лекционным и практическим занятиям путём изучения соответствующего теоретического материала; изучение теоретического материала, выносимого на самостоятельную работу; выполнение, выполнение и защита расчетно-графической работы (РГР), выполнение и защита курсовой работы. Подробные рекомендации по организации самостоятельной работы обучающихся приведены в источниках, указанных в п. 8 данной рабочей программы.

В содержание РГР входит решение 6 задач из сборников заданий [9-11]. Наименования сборника, темы задач и варианты задач определяет преподаватель, читающий лекции. Решения задач выполняются на листах формата А-4 с оформлением титульного листа.

Контроль самостоятельной работы обучающихся осуществляется в ходе выполнения и защиты РГР и курсовой работы, во время проведения практических занятий, при проведении индивидуальных и групповых консультаций, при сдаче двух экзаменов.

## 5 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

### 5.1 Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания

| Показатели оценивания                        | Описание показателя                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|----------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Оценка «отлично»<br>(зачтено)                | Обучаемый демонстрирует способность к полной самостоятельности (допускаются консультации с преподавателем по сопутствующим вопросам) в выборе способа решения неизвестных или нестандартных заданий с использованием знаний, умений и навыков, полученных в ходе проведения освоения дисциплины, следует считать компетенцию сформированной на высоком уровне. Присутствие сформированной компетенции на высоком уровне означает способность студента к ее дальнейшему саморазвитию и высокой адаптивности практического применения к изменяющимся условиям профессиональной задачи. |
| Оценка «хорошо»<br>(зачтено)                 | Обучаемый демонстрирует самостоятельное применение знаний, умений и навыков при решении заданий, аналогичных тем, которые предоставлял преподаватель при потенциальном формировании компетенции, подтверждает наличие сформированной компетенции, причем на более высоком уровне. Наличие сформированной компетенции на повышенном уровне самостоятельности со стороны обучаемого при ее практической демонстрации в ходе решения аналогичных заданий следует оценивать как положительное и устойчиво закрепленное в практическом навыке.                                            |
| Оценка «удовлетворительно»<br>(зачтено)      | Обучаемый демонстрирует самостоятельность в применении знаний, умений и навыков к решению учебных заданий в полном соответствии с образцом, данным преподавателем, по заданиям, решение которых было показано преподавателем, следует считать, что компетенция сформирована, но ее уровень недостаточно высок. Поскольку выявлено наличие сформированной компетенции, ее следует оценивать положительно, но на низком уровне.                                                                                                                                                        |
| Оценка «неудовлетворительно»<br>(не зачтено) | Обучаемый не способен самостоятельно продемонстрировать наличие знаний при решении заданий, которые были представлены преподавателем вместе с образцом их решения, отсутствие самостоятельности в применении умения к использованию методов проведения пред- дипломной практики и неспособность самостоятельно проявить навык повторения решения поставленной задачи по стандартному образцу свидетельствуют об отсутствии сформированной компетенции.                                                                                                                               |

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

*Курсовая работа включает:*

1. Анализ движения механических систем с использованием общих теорем динамики.

1.1 Основные сведения из теории.

1.2 Определение скорости тела механической системы на заданном конечном перемещении системы под действием заданных сил с применением теоремы об изменении кинетической энергии (решение задачи).

1.3 Определение уравнения вращения тела механической системы, приведенного момента сил, приведенного момента инерции системы относительно оси вращения тела с использованием теоремы об изменении кинетического момента (решение задачи).

2. Анализ равновесия и динамики движения механических систем с применением принципов аналитической механики.

2.1 Основные сведения из теории.

2.2 Нахождение сил в случае равновесия механической системы, применяя принцип возможных перемещений (решение задачи).

2.3 Применение принципа Даламбера для определения динамических реакций связей механической системы, находящейся в движении (решение задачи).

2.4 Определение кинематических характеристик механической системы с использованием принципов Даламбера и Лагранжа (решение задачи).

2.5 Нахождение уравнений движения механической системы в обобщенных координатах с помощью уравнений Лагранжа 2 рода (решение задачи).

Все задачи, включенные в курсовую работу, из сборников задач

Выбор вариантов заданий из сборников производится преподавателем в индивидуальном порядке и указывается в задании на курсовую работу.

### **5.3 Перечень вопросов для итогового контроля по дисциплине**

1. Основные понятия статики: абсолютно твердое тело, сила, система сил, эквивалентные системы сил, равнодействующая системы сил.

2. Аксиомы статики.

3. Несвободное твердое тело. Связи и реакции связей.

4. Нахождение равнодействующей системы сходящихся сил геометрическим и аналитическим способами.

5. Момент силы относительно точки, как вектор. Момент силы относительно оси. Пара сил, момент пары сил как вектор.

6. Теорема о сумме моментов сил пары относительно точки, лежащей в плоскости действия пары.

7. Доказать теорему, что пару сил можно переносить в плоскости ее действия в любое место.

8. Доказать теорему о переносе пары сил в плоскость параллельную первоначальной плоскости действия пары.

9. Доказать теорему об эквивалентности пар сил в пространстве.

10. Доказать теорему о сложении пар сил в пространстве и условие их равновесия в векторной форме, частный случай (система сил плоская).

11. Приведение произвольной системы сил к заданному центру.

12. Вычисление главного вектора и главного момента пространственной системы сил в векторной и аналитической формах, частные случаи (сходящиеся системы сил, плоская произвольная система сил).

13. Теорема Вариньона о моменте равнодействующей. 14. Трение скольжения, основные законы трения скольжения.

15. Центр параллельных сил и его координаты. Центр тяжести и центр масс механической системы.

16. Центр тяжести плоской фигуры. Способы нахождения положения центра тяжести (способ разбиения, отрицательных площадей).
17. Способы задания движения точки (векторный, координатный, естественный).
18. Определение скорости движения точки при различных способах задания закона движения.
19. Определение ускорения точки при задании ее движения векторным или координатным способами.
20. Определение ускорения точки при задании ее закона движения естественным способом.
21. Равномерное и равнопеременное прямолинейное движение точки (вывод уравнений движения).
22. Поступательное движение твердого тела, примеры, теорема о скоростях, ускорениях и траекториях точек тела при этом виде движения.
23. Вращение твердого тела вокруг неподвижной оси, уравнение вращения, угловая скорость и угловое ускорение.
24. Равномерное и равнопеременное вращения твердого тела вокруг неподвижной оси (вывод уравнений движения).
25. Определение скорости и ускорения точек твердого тела при вращении вокруг неподвижной оси.
26. Угловые скорость и ускорение как векторы. Векторное выражение для скорости точки твердого тела, вращающегося вокруг неподвижной оси (формула Эйлера).
27. Плоско- параллельное движение твердого тела, примеры. Разложение этого движения на два простых, уравнения движения тела и отдельной точки, принадлежащей этому телу.
28. Теорема о независимости угловой скорости тела от выбора полюса
29. Векторное выражение для скоростей точек тела при плоскопараллельном движении.
30. Графическое определение скоростей точек тела при плоскопараллельном движении.
31. Теорема о проекциях скоростей двух точек тела на прямую, соединяющую эти точки.
32. Мгновенный центр скоростей. Определение скоростей отдельных точек тела, если известно положение мгновенного центра скоростей, частные случаи его нахождения.
33. Векторное выражение для ускорения точки тела при плоскопараллельном движении.
34. Графическое определение ускорения точки тела при плоскопараллельном движении (план ускорений).
35. Основные способы вычисления углового ускорения при плоско - параллельном движении тела.
36. Составное движение точки, примеры. Теорема сложения скоростей.
37. Теорема Кориолиса (теорема сложения ускорений). Нахождение ускорения Кориолиса
38. Основные понятия динамики: масса, сила, материальная точка, механическая система, законы Ньютона, инерциальная система отсчета.
39. Дифференциальные уравнения движения точки в декартовых координатах.
40. Дифференциальные уравнения движения материальной точки в естественной форме.
41. Дифференциальные уравнения относительного движения материальной точки (в неинерциальной системе отсчета).
42. Первая основная задача динамики свободной материальной точки.
43. Вторая основная задача динамики свободной материальной точки.
44. Свободные прямолинейные колебания материальной точки (вывод уравнения

движения).

45. Кинематическая интерпретация гармонических прямолинейных колебаний материальной точки, амплитуда, начальная фаза, частота, период.

46. Прямолинейные затухающие колебания материальной точки при наличии силы сопротивления, пропорциональной первой степени скорости (вывод уравнений движения).

47. Влияние сопротивления на прямолинейные колебания материальной точки, декремент, логарифмический декремент затухающих колебаний.

48. Аперiodическое движение материальной точки.

49. Прямолинейные вынужденные колебания материальной точки при наличии гармонической возмущающей силы без учета сопротивления (вывод уравнения движения).

50. Амплитуда вынужденных прямолинейных колебаний точки, условие резонанса, коэффициент динамичности.

51. Вынужденные прямолинейные колебания материальной точки при наличии силы сопротивления пропорциональной первой степени скорости (вывод уравнения движения).

52. Влияние сопротивления на прямолинейные вынужденные колебания материальной точки, максимальное и резонансное значения амплитуды колебания.

53. Моменты инерции твердого тела относительно центра и оси.

54. Понятие о центробежных моментах инерции.

55. Теорема о моментах инерции твердого тела относительно параллельных осей (теорема Гюйгенса-Штейнера).

56. Вычисление момента инерции однородного стержня относительно оси, проходящей через его центр тяжести и являющейся осью симметрии.

57. Вычисление момента инерции однородного круглого диска относительно оси, проходящей через его центр тяжести и являющейся осью симметрии.

58. Элементарная работа силы, работа силы на конечном пути, мощность.

59. Работа силы тяжести, силы упругости.

60. Работа силы, приложенной к твердому телу, при поступательном движении, при вращении твердого тела вокруг неподвижной оси.

61. Доказать теоремы об изменении кинетической энергии материальной точки и механической системы.

62. Вычисление кинетической энергии твердого тела при поступательном движении, вращении вокруг неподвижной оси, при плоско - параллельном движении.

63. Теорема о движении центра масс механической системы (доказательство), следствия.

64. Импульс силы, импульс равнодействующей нескольких сил.

65. Доказать теорему об изменении количества движения материальной точки в дифференциальной и конечной формах (теорема импульсов).

66. Доказать теоремы об изменении количества движения механической системы в дифференциальной и конечной формах, следствия.

67. Момент количества движения материальной точки относительно центра и оси.

68. Доказать теорему об изменении момента количества движения материальной точки, следствия.

69. Кинетический момент механической системы сил относительно центра и оси. Доказать теорему об изменении кинетического момента механической системы, следствия.

70. Теорема Резаля (доказательство).

71. Дифференциальные уравнения поступательного движения твердого тела, вращения вокруг неподвижной оси.

72. Дифференциальные уравнения плоско-параллельного движения твердого тела.

73. Принцип Даламбера для материальной точки и несвободной механической системы.
74. Приведение сил инерции точек твердого тела к простейшему виду в общем случае и при поступательном движении.
75. Приведение сил инерции точек твердого тела к простейшему виду при вращении тела во- круг неподвижной оси и плоско-параллельном движении.
76. Обобщенные координаты, число степеней свободы механической системы, классификация связей, возможные перемещения.
77. Общее уравнение динамики, принцип возможных перемещений.
78. Методика применения общего уравнения динамики и принципа возможных перемещений. Способы нахождения зависимостей между возможными перемещениями различных точек системы.
79. Обобщенные силы, обобщенные скорости, обобщенные ускорения.
80. Уравнение Лагранжа второго рода, методика применения его для решения задач.
81. Потенциальное силовое поле и силовая функция, поверхность уровня, потенциальная энергия.
82. Силовая функция силы притяжения, действующая по закону Ньютона.
83. Закон сохранения механической энергии для точки и системы, консервативные механические системы

## **5.4 Методические рекомендации к проведению итогового контроля по дисциплине**

На итоговый контроль выносятся учебный материал, рассмотренный на лекционных и практических занятиях, а также темы, которые были предложены для самостоятельного изучения.

Формой проведения итогового контроля по данной дисциплине является экзамен и дифференцированный зачет, которые проводятся в устной форме с использованием билетов, содержащих теоретическую и практическую часть. Также допустимо проведение итогового контроля в письменной форме. О форме проведения итогового контроля студенты должны быть оповещены заблаговременно.

Во время подготовки к ответу на экзамене использование справочной литературы не допускается.

## **6 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

### **6.1 Основная учебная литература**

1. Бать, М. И. Теоретическая механика в примерах и задачах. Том 1: Статика и кинематика: учебное пособие/М. И. Бать, Г. Ю. Джанелидзе, А. С. Кельзон. 12-изд., стереотип. - СПб.: Лань, 2013. - 672 с. Режим доступа: <http://e.lanbook.com/>
2. Бать, М. И. Теоретическая механика в примерах и задачах. Том 2: Динамика: учебное пособие /М. И. Бать, Г. Ю. Джанелидзе, А. С. Кельзон. 10-изд., стереотип. - СПб.: Лань, 2013. - 640 с. Режим доступа: <http://e.lanbook.com/>
3. Бутенин, Н. В. Курс теоретической механики: учебное пособие/ Н. В. Бутенин, Я. Л. Лунц, Д. Р. Меркин .- 11-е изд., стер. - СПб.: Лань, 2009. - 736 с. Режим доступа: <http://e.lanbook.com/>

4. Бухгольц, Н. Н. основной курс теоретической механики. Ч.1 Кинематика, статика, динамика материальной точки: учебное пособие. - 10 изд., стер. - СПб.: Лань, 2009. - 480 с. Режим доступа: <http://e.lanbook.com/>
5. Бухгольц, Н. Н. основной курс теоретической механики. Ч. 2. Динамика системы материальных точек: учебное пособие. - 7 изд., стер. - СПб.: Лань, 2009. - 336 с. Режим доступа: <http://e.lanbook.com/>
6. Диевский, А. В. Теоретическая механика. Курс лекций. - 3-е изд., испр. - СПб.: Лань, 2009. - 320 с. Режим доступа: <http://e.lanbook.com/>
7. Диевский, А. В. Теоретическая механика. Интернет-тестирование базовых знаний/А. В. Диевский, В. А. Диевский - СПб.: Лань, 2010. - 144 с. Режим доступа: <http://e.lanbook.com/>
8. Диевский, В. А. Теоретическая механика. Сборник заданий/В. А. Диевский, И. А. Малышева.- 2-е изд., испр. - СПб.: Лань, 2009. - 192 с. Режим доступа: <http://e.lanbook.com/>
9. Доев, В. С. Сборник заданий по теоретической механике на базе Mathcad: учебное пособие/В. С. Доев, Ф. А. Доронин. - СПб.: Лань, 2010. - 592 с. Режим доступа: <http://e.lanbook.com/>
10. Сборник коротких задач по теоретической механике: учебное пособие/под ред. О. Э. Кепе. - 3-е изд., стер. - СПб.: Лань, 2009. - 368 с. Режим доступа: <http://e.lanbook.com/>
11. Сборник заданий для курсовых работ по теоретической механике/ сост. А. А. Яблонский. - 14-е изд., стер. - М.: ИНТЕГРАЛ-ПРЕСС, 2005. - 382 с.
12. Сборник заданий для курсовых работ по теоретической механике: Учебное пособие для вузов/ под ред. А. А. Яблонского. - 15-е изд., стереотип. - М.: ИНТЕГРАЛ-ПРЕСС, 2006. - 382 с.
13. Сборник заданий для курсовых работ по теоретической механике: Учебное пособие для вузов/ Под ред. А. А. Яблонского. - 16-е изд., стереотип. - М.: ИНТЕГРАЛ-ПРЕСС, 2007. - 382 с.
14. Сборник заданий для курсовых работ по теоретической механике [Текст]: учеб. пособие / под ред. А. А. Яблонского. - 17-е изд., стереотип. - М.: Кнорус, 2010. - 386 с.
15. Яблонский, А. А. Курс теоретической механики. Статика. Кинематика. Динамика: учеб./ А. А. Яблонский, В. М. Никифорова. - 15-е изд., стереотип. - М.: Кнорус, 2010. - 603 с.
16. Яблонский, А. А. Курс теоретической механики. Статика. Кинематика. Динамика : учеб. пособие / А. А. Яблонский, В. М. Никифорова. - 14-е изд., испр. - М.: Интеграл-Пресс, 2007. - 603 с.
17. Яблонский, А. А. Курс теоретической механики: статика. Кинематика. Динамика : учеб./ А. А. Яблонский, В. М. Никифорова. - 16-е изд., стереотип. - М. : Кнорус, 2011. - 603 с.
18. Яблонский, А. А. Курс теоретической механики: Статика. Кинематика. Динамика : Учебное пособие для вузов / А. А. Яблонский, В. М. Никифорова. - 12-е изд., испр. - М.: Интеграл-Пресс, 2006. - 603 с.

## 6.2 Дополнительная учебная литература

1. Аркуша А. И. Руководство к решению задач по теоретической механике/ А. И. Аркуша. - 3-е изд., испр. - М.: Высш. шк., 1976. - 288 с

2. Бать М. И. Теоретическая механика в примерах и задачах. Т. 1: Статика и кинематика/ М. И. Бать, Г. Ю. Джанелидзе, А. С. Кельзон. - 9-е изд., перераб. - М.: Наука, 1990. - 670 с.
3. Бать М. И. Теоретическая механика в примерах и задачах. Т. 2: Динамика/ М. И. Бать, Г. Ю. Джанелидзе, А. С. Кельзон. - 7-е изд., перераб. - М.: Наука, 1985. - 559 с.
4. Бать М. И. Теоретическая механика в примерах и задачах. Т. 2: Динамика/ М. И. Бать, Г. Ю. Джанелидзе, А. С. Кельзон. - 6-е изд., доп. - М.: Наука, 1975. - 606 с.
5. Бать М. И. Теоретическая механика в примерах и задачах. Т. 1: Статика и кинематика / М. И. Бать, Г. Ю. Джанелидзе, А. С. Кельзон. - 5-е изд., перераб. - М.: Наука, 1967. - 511 с.
6. Бертяев В. Д. Теоретическая механика на базе Mathcad. Практикум: Учебное пособие / В. Д. Бертяев. - [б. м.]: БХВ-Петербург, 2005. - 739 с.
7. Бутенин, Н. В. Введение в аналитическую механику / Н. В. Бутенин. - М.: Наука, 1971. - 264 с.
8. Бутенин, Н. В. Курс теоретической механики. Т. 1: Статика и кинематика / Н. В. Бутенин, Н. В. Лунц, Д. Р. Меркин. - 3-е изд. - М.: Наука, 1979. - 272 с.
9. Бутенин, Н. В. Курс теоретической механики: учебное пособие. Т. 2: Динамика / Н. В. Бутенин, Н. В. Лунц, Д. Р. Меркин. - 3-е изд. - М.: Наука, 1971. - 462 с.
10. Введение в курс теоретической механики / О. И. Гордеев [и др.]. - Новосибирск : Наука, 1991. - 144 с.
11. Войткунский, Я. И. Гидромеханика: учебник/ Я. И. Войткунский, Ю. И. Фаддеев, К. К. Федяевский. - 2-е изд., перераб. и доп. - Л.: Судостроение, 1982. - 456 с.
12. Гернет М. М. Курс теоретической механики/ М. М. Гернет. - 4-е изд., перераб и сокр. - М.: Высш. шк., 1981. - 304 с.

## **7 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет" (далее - сеть "Интернет"), необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

1. Электронная библиотечная система «Лань»: <https://e.lanbook.com/>
2. Электронная библиотечная система «Юрайт»: <https://biblio-online.ru/>
3. Электронная библиотечная система «Библиокомплектатор»: <http://www.bibliocomplectator.ru/>

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

1. Mathcad version 14.0, Copyright © 2007 Parametric Technology Corporation. All Rights Reserved. – 217 Mb (<http://www.pts-russia.com/products/mathcad.htm>).
2. Пакет прикладных офисных программ, включающий в себя текстовый процессор, средства просмотра pdf-файлов и средства работы с графикой.
3. Компьютерные обучающие программы (разработки кафедры):
  - решение задач по теоретической механике (тренажер);
  - решение задач по динамике (тренажер)
4. Компьютерные тесты (разработки кафедры).

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

| №<br>п/п | Наименование<br>вида<br>образования,<br>уровня<br>образования,<br>профессии,<br>специальности,<br>направления<br>подготовки (для<br>профессиональ-<br>ного<br>образования),<br>подвида<br>дополнительног<br>о образования | Наименование оборудованных учебных кабинетов, объектов для проведения<br>практических занятий, объектов физической культуры и спорта с перечнем основного<br>оборудования | Адрес<br>(местоположени<br>е) учебных<br>кабинетов,<br>объектов для<br>проведения<br>практических<br>занятий,<br>объектов<br>физической<br>культуры и<br>спорта (с<br>указанием<br>номера<br>помещения в<br>соответствии с<br>документами<br>бюро<br>технической<br>инвентаризации<br>) | Собственность<br>или<br>оперативное<br>управление,<br>хозяйственное<br>ведение,<br>аренда,<br>субаренда,<br>безвозмездное<br>пользование | Документ - основание<br>возникновения права<br>(указываются<br>реквизиты и сроки<br>действия) |
|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
|          |                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                          |                                                                                               |