

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Тульский государственный университет»

Институт *естественнонаучный*
Кафедра «*Теоретическая механика*»

Утверждено на заседании кафедры
«*Теоретическая механика*»
«11» января 2021 г., протокол № 4/1

Заведующий кафедрой


_____ В.Д. Кухарь

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Теоретическая механика»

**основной профессиональной образовательной программы
высшего образования – программы бакалавриата**

по направлению подготовки
**15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение
машиностроительных производств**

с направленностью (профилем)
Технология машиностроения

Форма(ы) обучения: *очная, заочная*

Идентификационный номер образовательной программы: 150305-02-21

Тула 2021 год

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ
рабочей программы дисциплины (модуля)

Разработчик(и):

Бертяев Виталий Дмитриевич, проф., к.т.н., проф. ТулГУ
(ФИО, должность, ученая степень, ученое звание)



подпись)

1. Цель и задачи освоения дисциплины (модуля)

Целью освоения дисциплины (модуля) **являются** изучение фундаментальных понятий механики и их приложения к современным задачам.

Задачами освоения дисциплины (модуля) являются:

- глубокое изучение теории механического движения,
- приобретение навыков в решении задач,
- приобретение умений использовать алгоритмы решения современных задач курса при одновременном построении соответствующей физической модели рассматриваемого процесса.

2 Место дисциплины (модуля) в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина (модуль) относится к *базовой* основной профессиональной образовательной программы.

Дисциплина (модуль) изучается во 2 и 3 *семестрах*.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы (формируемыми компетенциями), установленными в общей характеристике основной профессиональной образовательной программы, приведён ниже.

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен:

Знать:

1. основные понятия и законы механики, их следствия, порядок применения теоретического аппарата механики в важнейших практических приложениях (*код компетенции ОПК-5, код индикатора ОПК-5.1*);
2. основные модели теоретической механики, идеологию моделирования технических систем и принципы построения математических моделей механических систем (*код компетенции ОПК-5, код индикатора ОПК-5.1*);
3. основные методы и типовые алгоритмы исследования равновесия и движения механических систем (*коды компетенции ОПК-5, код индикатора ОПК-5.1*).

Уметь:

1. записывать, используя различные методы, уравнения, описывающие поведение механических систем, учитывая при этом размерности механических величин и их математическую природу (скаляры, векторы, линейные операторы) (*код компетенции ОПК-5, код индикатора ОПК-5.2*);
2. объяснять характер поведения механических систем, применяя теоремы механики и их следствия (*код компетенции ОПК-5, код индикатора ОПК-5.2*);
3. применять основные методы исследования равновесия и движения механических систем, а также типовые алгоритмы такого исследования при решении конкретных задач (*коды компетенции ОПК-5, код индикатора ОПК-5.2*).

Владеть:

1. записи, используя различные методы, уравнений, описывающих поведение механических систем, учитывая при этом размерности механических величин и их математическую природу (*код компетенции ОПК-5, код индикатора ОПК-5.3*);
2. объяснения характера поведения механических систем, применяя теоремы механики и их следствия (*код компетенции ОПК-5, код индикатора ОПК-5.3*);

3. применения основных методов исследования равновесия и движения механических систем, а также типовых алгоритмов таких исследований при решении конкретных задач (коды компетенции ОПК-5, код индикатора ОПК-5.3).

4 Объем и содержание дисциплины (модуля)

4.1 Объем дисциплины (модуля), объем контактной и самостоятельной работы обучающегося при освоении дисциплины (модуля), формы промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

Номер семестра	Формы промежуточной аттестации	Общий объем в зачетных	Общий объем в академических	Объем контактной работы в академических часах						Объем самостоятельной работы в
				Лекционные занятия	Практические (семинарские) занятия	Лабораторные работы	Клинические практические занятия	Консультации	Промежуточная аттестация	
Очная форма обучения										
2	ЗЧ (КР)	3	108	32	32			1	0,35	42,65
3	Э (КР)	4	144	16	16			3	0,50	108,50
Итого	–	6	216	48	48			4	0,85	151,15
Заочная форма обучения										
2	ЗЧ (КР)	3	108	2	6			1	0,35	98,65
3	Э (КР)	4	144	2	8			3	0,50	130,50
Итого	–	6	216	4	14			4	0,85	229,15

Условные сокращения: Э – экзамен, ЗЧ – зачет, ДЗ – дифференцированный зачет (зачет с оценкой), КП – защита курсового проекта, КР – защита курсовой работы.

4.2 Содержание лекционных занятий

Очная форма обучения

№ п/п	Темы лекционных занятий
2 семестр	
1	1. Введение в механику 1.1. Предмет теоретической механики и её роль в современном образовании. 1.2. Основные исторические этапы развития механики.
2	2. Кинематика точки 2.1. Кинематика точки и её основные задачи. Способы задания движения точки: векторный, координатный, естественный.
3	2.2. Определение кинематических характеристик движения точки при векторном и координатном способах задания её движения. 2.3. Естественные оси, естественный трехгранник. Кривизна и радиус кривизны кривой. Определения скорости и ускорения точки при естественном способе задания её движения. Касательное и нормальное ускорение точки.

№ п/п	Темы лекционных занятий
4	3. Кинематика простейших движений твёрдого тела 3.1. Понятие об абсолютно твердом теле. Основные задачи кинематики твёрдого тела. Понятие о числе степеней свободы. Классификация движений твёрдого тела. 3.2. Поступательное движение твёрдого тела. Примеры. Основная теорема поступательного движения. Уравнения поступательного движения
5	3.3. Вращательное движение твёрдого тела вокруг неподвижной оси. Уравнение вращательного движения. Угловая скорость и угловое ускорение. 3.4. Скорость и ускорение точки тела, вращающегося вокруг неподвижной оси. Примеры на определение скоростей и ускорений точек тела во вращательном движении.
6	4. Плоскопараллельное (плоское) движение твёрдого тела 4.1. Определение плоского движения. Примеры. Уравнения движения плоской фигуры. Разложение движения плоской фигуры на поступательное движение вместе с полюсом и вращательное движение вокруг полюса. 4.2. Теорема о скоростях точек плоской фигуры. Свойство проекций скоростей двух точек плоской фигуры на ось, проходящую через эти точки. Независимость угловой скорости и углового ускорения фигуры от выбора полюса. Применение теоремы для определения скоростей точек и угловых скоростей звеньев плоского механизма.
7	4.3. Мгновенный центр скоростей (МЦС) плоской фигуры и способы его нахождения. Определение скоростей точек плоской фигуры и её угловой скорости с помощью МЦС. Примеры. 4.5. Теорема об ускорениях точек плоской фигуры. Многоугольник ускорений. Примеры.
8	5. Вращение твердого тела вокруг неподвижной точки 5.1. Определение движения. Примеры. Число степеней свободы. Углы Эйлера. Кинематические уравнения сферического движения тела. 5.2. Скорость точки тела при сферическом движении. Угловая скорость. Мгновенная ось вращения. Понятие об аксоидах. Кинематические уравнения Эйлера. 5.3. Угловое ускорение тела при сферическом движении. Ускорение точки тела при сферическом движении.
9	6. Общий случай движения свободного твёрдого тела 6.1. Определение движения. Число степеней свободы. Разложение движения свободного твердого тела на поступательное движение вместе с полюсом и вращательное движение вокруг полюса. Уравнения движения. 6.2. Теоремы о скоростях и ускорениях точек свободного твёрдого тела.
10	7. Сложное движение точки 7.1. Абсолютное, относительное и переносное движения. Примеры. 7.2. Теорема о сложении скоростей точки.
11	7.3. Теорема о сложении ускорений (теорема Кориолиса). Ускорение Кориолиса. Правило Жуковского. 7.4. Пример на определение скорости и ускорения точки в сложном движении
12	8. Сложное движение твёрдого тела 8.1. Сложение поступательных движений твёрдого тела. 8.2. Сложение вращений твёрдого тела вокруг пересекающихся осей. 8.3. Сложение вращений твёрдого тела вокруг параллельных осей. Пара вращений. Понятие о методе остановки. Пример.

№ п/п	Темы лекционных занятий
13	9. Статика 9.1. Введение в статику. Основные понятия и определения. Аксиомы статики. Основные задачи статики. 9.2. Система сходящихся сил. Определение равнодействующей системы сходящихся сил. Условия равновесия сходящихся сил
14	9.3. Пара сил. Момент силы относительно центра и оси. Момент пары. Свойства пар сил. Сложение пар сил. Условия равновесия пар.
15	9.4. Произвольная система сил. Главный вектор и главный момент системы сил. Приведение произвольной системы сил к центру. Условия равновесия различных систем сил. Плоская система сил.
16	9.5. Частные случаи приведения произвольной системы сил к центру: равнодействующая, пара сил, динамический винт. 9.6. Центр параллельных сил. Центр тяжести твердого тела. Методы определения положения центра тяжести.
3 семестр	
1	10. Введение в динамику. Динамика материальной точки. 10.1. Основные понятия и определения. Законы Галилея-Ньютона. 10.2. Дифференциальные уравнения движения материальной точки при векторном, координатном и естественном способах задания движения. 10.3. Две основные задачи динамики точки и их решение. 10.4. Динамика относительного движения материальной точки. Дифференциальные уравнения относительного движения. Переносная и кориолисова силы инерции. Уравнение относительного покоя. Пример.
2	11. Механическая система 11.1. Определение механической системы. Примеры. Классификация сил, действующих на механическую систему. Свойства внутренних сил. 11.2. Дифференциальные уравнения движения механической системы. Основные задачи динамики для механической системы.
3	12. Общие теоремы динамики механической системы 12.1. Центр масс механической системы и его координаты. Масса системы. Теорема о движении центра масс. Сохранение движения центра масс. 12.2. Количество движения механической системы. Элементарный и полный импульс силы. Теорема об изменении количества движения системы. Сохранение количества движения механической системы. 12.3. Момент количества движения материальной точки относительно центра и оси. Кинетический момент механической системы. Теорема об изменении кинетического момента системы. Сохранение кинетического момента.
4	12.4. Кинетическая энергия механической системы. Теорема Кенига. Вычисление кинетической энергии твёрдого тела при поступательном, вращательном и плоском движениях. Теорема об изменении кинетической энергии механической системы. 12.5. Элементарная и полная работа силы. Мощность силы. Работа силы тяжести и силы упругости. Работа внутренних сил в абсолютно твердом теле. Работа и мощность силы, приложенной к точке тела, вращающегося вокруг неподвижной оси. 12.6. Дифференциальные уравнения поступательного, вращательного и плоского движения твёрдого тела. Осевой момент инерции тела.

№ п/п	Темы лекционных занятий
5	<p>13. Принцип Даламбера (метод кинетостатики)</p> <p>13.1 Сила инерции материальной точки. Принцип Даламбера для материальной точки.</p> <p>13.2. Принцип Даламбера для механической системы. Метод кинетостатики. Решение первой задачи динамики.</p> <p>13.3. Приведение сил инерции точек твёрдого тела при поступательном, вращательном и плоском его движениях.</p> <p>13.4. Определение динамических реакций подшипников вращающегося твёрдого тела. Центробежные моменты инерции тела. Условия, при которых добавочные динамические реакции равны нулю. Статическая и динамическая уравновешенность тела.</p>
6	<p>14. Элементы аналитической механики</p> <p>14.1. Основные понятия аналитической механики: связи и их уравнения, классификация связей; возможные перемещения материальной точки и механической системы; возможная работа; идеальные связи; обобщенные координаты; число степеней свободы голономной механической системы.</p> <p>14.2. Принцип возможных перемещений. Общее уравнение динамики.</p> <p>14.3. Обобщённые силы и способы их вычисления. Принцип возможных перемещений в обобщенных координатах. Условия равновесия механической системы в обобщенных координатах.</p> <p>14.4. Общее уравнение динамики в обобщенных координатах. Дифференциальные уравнения движения голономной механической системы в обобщенных координатах (уравнения Лагранжа второго рода). Уравнения Лагранжа для консервативных систем.</p>
7	<p>15. Малые колебания механических систем</p> <p>15.1. Понятие об устойчивости положения равновесия механической системы. Теорема Лагранжа-Дирихле. Устойчивость равновесия механической системы с одной степенью свободы. Устойчивость равновесия механической системы с конечным числом степеней свободы.</p> <p>15.2. Кинетическая и потенциальная энергия системы в обобщенных координатах. Диссипативная функция. Дифференциальные уравнения малых колебаний механической системы с конечным числом степеней свободы.</p> <p>15.3. Свободные колебания механической системы с одной степенью свободы. Дифференциальное уравнение и его интегрирование. Амплитудная форма решения. Амплитуда, циклическая частота и период колебаний. График колебаний.</p> <p>15.4 Влияние линейного сопротивления на свободные колебания механической системы с одной степенью свободы. Дифференциальное уравнение и его интегрирование. Затухающие колебания и апериодическое движение.</p> <p>15.5. Вынужденные колебания механической системы с одной степенью свободы при отсутствии сопротивления. Дифференциальное уравнение и его интегрирование. Амплитуда вынужденных колебаний и сдвиг фаз. Случай резонанса.</p> <p>15.6. Влияние линейного сопротивления на вынужденные колебания механической системы с одной степенью свободы. Дифференциальное уравнение и его интегрирование. Амплитудно-частотные и фазо-частотные характеристики системы.</p>

№ п/п	Темы лекционных занятий
8	16. Элементы теории удара 16.1 Теория удара материальной точки. Явление удара. Основное допущение общей теории удара. Ударная сила и ударный импульс. Теоремы об изменении количества движения и момента количества движения материальной точки при ударе. Удар материальной точки о неподвижную поверхность. Коэффициент восстановления. 16.2. Теория удара механической системы и твердых тел. Теоремы об изменении количества движения и кинетического момента при ударе. Удар по телу, вращающемуся вокруг неподвижной оси. Условия, при которых удар не передается на ось вращения. Центр удара.

Заочная форма обучения

№ п/п	Темы лекционных занятий
2 семестр	
1	Введение в механику Предмет теоретической механики и её роль в современном образовании. Основные исторические этапы развития механики. Кинематика точки Кинематика точки и её основные задачи. Способы задания движения точки: векторный, координатный, естественный.
3 семестр	
1	Введение в динамику. Динамика материальной точки. Основные понятия и определения. Законы Галилея-Ньютона. Дифференциальные уравнения движения материальной точки при векторном, координатном и естественном способах задания движения. Две основные задачи динамики точки и их решение. Динамика относительного движения материальной точки. Дифференциальные уравнения относительного движения. Переносная и кориолисова силы инерции. Уравнение относительного покоя. Пример.

4.3 Содержание практических (семинарских) занятий

Очная форма обучения

№ п/п	Темы практических (семинарских) занятий
2 семестр	
1	Кинематика точки
2	Кинематика точки
3	Вращение твёрдого тела вокруг неподвижной оси
4	Определение скорости точки в плоском движении
5	Определение ускорений при плоском движении
6	Определение ускорений при плоском движении
7	Вращение твердого тела вокруг неподвижной точки
8	Сложное движение точки
9	Сложное движение точки
10	Сложение вращений вокруг пересекающихся осей
11	Сложение вращений вокруг параллельных осей
12	Равновесие твердого тела под действием плоской системы сил
13	Равновесие совокупности твердых тел под действием плоской системы сил

№ п/п	Темы практических (семинарских) занятий
14	Равновесие совокупности твердых тел под действием плоской системы сил
15	Равновесие при наличии трения
16	Равновесие твердого тела под действием произвольной системы сил
3 семестр	
1	Дифференциальные уравнения движения точки
2	Теорема о движении центра масс
3	Теорема об изменении кинетического момента
4	Теорема об изменении кинетической энергии
5	Принцип Даламбера
6	Принцип возможных перемещений. Общее уравнение динамики
7	Уравнения Лагранжа второго рода
8	Уравнения Лагранжа второго рода

Заочная форма обучения*

№ п/п	Темы практических (семинарских) занятий
2 семестр	
1	Равновесие твердого тела под действием плоской системы сил
2	Равновесие совокупности твердых тел под действием плоской системы сил
3	Кинематика плоского движения твердого тела
3 семестр	
1	Теорема о движении центра масс
2	Теорема об изменении кинетического момента
3	Теорема об изменении кинетической энергии
4	Дифференциальные движения твердого тела

4.4 Содержание лабораторных работ

Занятия указанного типа не предусмотрены основной профессиональной образовательной программой

4.5 Содержание клинических практических занятий

Занятия указанного типа не предусмотрены основной профессиональной образовательной программой.

4.6 Содержание самостоятельной работы обучающегося

Очная форма обучения

№ п/п	Виды и формы самостоятельной работы
2 семестр	
1	Решение домашних задач. Выполнение и защита РГР
2	Работа с программами–тренажерами по кинематике и статике
3	Подготовка к практическим (семинарским) занятиям
4	Выполнение курсовой работы и подготовка к ее защите
5	Подготовка к промежуточной аттестации и ее прохождение
3 семестр	
1	Решение домашних задач.
2	Работа с программами–тренажерами по динамике
3	Подготовка к практическим (семинарским) занятиям
4	Выполнение курсовой работы и подготовка к ее защите
5	Подготовка к промежуточной аттестации и ее прохождение

Заочная форма обучения

№ п/п	Виды и формы самостоятельной работы
2 семестр	
1	Выполнение и защита РГР
2	Работа с программами–тренажерами по кинематике и статике
3	Выполнение курсовой работы и подготовка к ее защите
4	Подготовка к промежуточной аттестации и ее прохождение
3 семестр	
1	Работа с программами–тренажерами по динамике
2	Выполнение курсовой работы и подготовка к ее защите
3	Подготовка к промежуточной аттестации и ее прохождение

5 Система формирования оценки результатов обучения по дисциплине (модулю) в рамках текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося

Очная форма обучения

Мероприятия текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося			Максимальное количество баллов	
2 семестр				
Текущий контроль успеваемости	Первый рубежный контроль	Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:		
		Посещение лекционных и практических занятий	5	
		Работа на практических занятиях	10	
		Выполнение и защита домашних заданий, РГР	10	
		Работа с программами–тренажерами	5	
		ИТОГО	30	
	Второй рубежный контроль	Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:		
		Посещение лекционных и практических занятий	5	
		Работа на практических занятиях	5	
		Выполнение и защита домашних заданий	10	
		Работа с программами–тренажерами	10	
		ИТОГО	30	
	Промежуточная аттестация		Зачет	40 (100*)
			Защита КР	100
3 семестр				
Текущий контроль успеваемости	Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:			
	Посещение лекционных и практических занятий		10	
	Работа на практических занятиях		5	
	Выполнение и защита домашних заданий		25	
	Работа с программами–тренажерами		20	
	ИТОГО		60	
Промежуточная аттестация		Экзамен	40 (100*)	
		Защита КР	100	

*) в случае отказа обучающегося от результатов текущего контроля успеваемости.

Заочная форма обучения

Мероприятия текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося		Максимальное количество баллов
2 семестр		
Текущий контроль успеваемости	Не предусмотрен	–
Промежуточная аттестация	зачет	100
	Защита КР	100
Мероприятия текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося		Максимальное количество баллов
3 семестр		
Текущий контроль успеваемости	Не предусмотрен	–
Промежуточная аттестация	Экзамен	100
	Защита КР	100

Шкала соответствия оценок в стобалльной и академической системах оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)

Система оценивания результатов обучения	Оценки			
Стобалльная система оценивания	0 – 39	40 – 60	61 – 80	81 – 100
Академическая система оценивания (экзамен, дифференцированный зачет, защита курсовой работы)	Неудовлетворительно	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Академическая система оценивания (зачет)	Не зачтено	Зачтено		

6 Описание материально-технической базы (включая оборудование и технические средства обучения), необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю) может потребоваться

- аудитория, оснащенная видеопроектором, настенным экраном и персональным компьютером с сенсорным монитором (технология Wacom) или активной электронной доской – при проведении лекционных и практических занятий;
- компьютерный класс – при проведении практических и самостоятельных занятий.

7 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

7.1 Основная литература

1. Тарг С.М. Краткий курс теоретической механики: учебник для вузов. 15-е изд., стер. – М.: Высшая школа, 2005. – 416 с.: ил. 98 экз.
2. Яблонский А.А., Никифорова В.М. Курс теоретической механики: Статика; Кинематика; Динамика: Учеб. пособие для вузов. 11-е изд., стер. – СПб. и др.: Лань, 2004. – 764 с.: ил. 130 экз.
3. Мещерский И.В. Задачи по теоретической механике: учеб. пособие для вузов. / под ред.: Пальмова, Д.Р. Меркина, 50-е изд. стер. – СПб. и др. Лань, 2010. – 448 с. 366 экз.

4. Сборник заданий для курсовых работ по теоретической механике: учеб. пособие для втузов / А.А. Яблонский, С.С. Норейко, С.А. Вольфсон и др.; под общ. Ред. А.А. Яблонского. 16-е изд., стер. – М.: Интеграл-пресс, 2007. – 384 с.: ил. 187 экз.

7.2 Дополнительная литература

1. Бутенин Н. В. Курс теоретической механики: в 2-х т.: учебник для вузов/ Н. В. Бутенин, Я. Л. Лунц, Д. Р. Меркин. – СПб: Лань. 2004.-736 с. 78 экз.
2. Кухарь В.Д., Нечаев Л.М., Киреева А.Е., Семенова Л.П. Краткие лекции по теоретической механике: учебное пособие.Тула:изд-во ТулГУ, 2017,140с.100 экз.
3. Грязев М.В.,Кухарь В.Д., Бертяев В.Д., Нечаев Л.М. «ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА (Учебный справочник)» .- М.:Издательство АСВ, 2017.-264с.
- 4 Учебно-методический комплекс по теоретической механике ТулГУ. [Электронный ресурс]/каф. Теоретической механики. – Тула, ТулГУ 2010. – 1 CD-ROM. – Учебно-методический комплекс по теоретической механике ТулГУ
tsu.tula.ru/download/umk/ipmikn/teormeh/UMC_Teor_Meh_TSU.isz
- 5 Кухарь В.Д., Нечаев Л.М., Киреева А.Е. Руководство к решению задач по теоретической механике. Динамика: учебное пособие.Тула:изд-во ТулГУ,2017.65с
6. Примеры и задачи в теоретической механике: учеб. пособие для самостоятельной работы / В.Д. Бертяев [и др.]; под ред. В.Д. Кухаря. Т.1: Статика. Кинематика. М.: АСВ; ТулГУ.2006.- 144 с.: ил. 348 экз.
7. Примеры и задачи в теоретической механике: учеб. пособие для самостоятельной работы / Л.А. Булатов [и др.]; под ред. В.Д. Кухаря. Т.2: Динамика. М.: АСВ; ТулГУ.2006. -374 с.: ил. 350 экз.
8. ЭВМ в курсе теоретической механики. Применение вычислительной техники в учебном процессе: учебное пособие. / В.Д. Бертяев и др., Тула, ТулГУ, 2005, -236с.
<https://tsutula.bibliotech.ru/>

8 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. Электронный читальный зал "БИБЛИОТЕХ" <https://tsutula.bibliotech.ru/>
2. Научная библиотека ТулГУ: <http://library.tsu.tula.ru/news/news.htm>

9 Перечень информационных технологий, необходимых для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

9.1 Перечень необходимого ежегодно обновляемого лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства

- Пакеты прикладных программ Mathcad (Maple, MatLAB, S-Math Studio или аналоги), MS Office.
- Программы–тренажеры по статике, кинематике, динамике, программа для проведения тестирования.

9.2 Перечень необходимых современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы не требуются.