

ЕЛЕЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ им. И.А. БУНИНА



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.О.04.10 Теория механизмов и машин

Направление подготовки: 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств

Направленность (профиль): Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств

Квалификация (степень): бакалавр

Форма обучения: очная, очно-заочная

Институт: агропромышленный

Кафедра: технологических процессов в машиностроении и агроинженерии

	очная форма	очно-заочная форма	заочная
Курс	3	3	-
Семестр/триместр	56	789	-

Лекции	36	30	-
Лабораторные занятия	-	-	-
Практические (семинарские) занятия	36	12	-
в т. ч. практическая подготовка	-	-	-
Форма(ы) промежуточной аттестации	Зачет-(5 семестр) Экзамен-0,3 (6 семестр) КП-0,5 (6 семестр)	Зачет-(7 триместр) Экзамен-0,3 (8 триместр) КП-0,5 (9 триместр)	-
Контроль	9	9	-
Иные формы работы	1	1	-
Самостоятельная работа	43,2	144,2	-

Всего часов: 180

Трудоемкость: 5 зачетных единиц.

Разработчик(и) рабочей программы:

кандидат технических наук, доцент Радин Сергей Юрьевич

I. ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

Цель изучения дисциплины: ознакомление с законами построения структурных, кинематических и динамических моделей механизмов, с методами кинематического и динамического анализа стержневых и зубчатых механизмов, с методами аналитического синтеза законов движения рабочих органов машин, с аналитическими и графическими методами синтеза кулачковых и зубчатых механизмов.

Задачи изучения дисциплины:

- разработка общих методов исследования структуры, геометрии, кинематики и динамики типовых механизмов и их систем;
- овладение обучающимися навыками проектирования исполнительных механизмов;
- развитие инженерного мышления при решении задач профессионального характера.

Место дисциплины в структуре ОПОП: реализуется в рамках базовой (обязательной) части блока Б1. Дисциплины (модули)

Планируемые результаты обучения по дисциплине:

Код компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ОПК-3	Знать: <ul style="list-style-type: none">- принципы работы, конструкцию и рабочие процессы основных типов технологического оборудования;- методики типовых технических расчетов на имеющееся технологическое оборудование;- стандарты, технические условия и другие нормативные и руководящие материалы по оформлению конструкторской документации;- правила эксплуатации технологического оборудования;- требования охраны труда;- технические требования, предъявляемые к приспособлениям технологического оборудования;	Знает: <ul style="list-style-type: none">— порядок проектирования машин и механизмов, способы их исследования, выбор оптимальных решений.
	Уметь: <ul style="list-style-type: none">- разрабатывать конструктивные схемы приспособлений;- анализировать техническую документацию;- определять соответствие характеристик поступающего оборудования конструкторским и технологическим документам;- выполнять необходимые технические расчеты на имеющееся техно-	Умеет: <ul style="list-style-type: none">— разрабатывать схемы машин и механизмов, рассчитывать их параметры, знание которых необходимо для воплощения схемы в конструкцию.

	логическое оборудование в соответствии с типовыми методиками; - разрабатывать и оформлять конструкторскую документацию; - устанавливать основные требования к приспособлениям; - оказывать техническую помощь при монтаже и проверке работы нового технологического оборудования;	
	Владеть: - навыками анализа особенностей нового технологического оборудования и его влияния на производство; - навыками визуального контроля работоспособности внедряемого технологического оборудования, проверки наладки и регулировки; - навыками проверки соблюдения режимов эксплуатации технологического оборудования; - контроля соблюдения технологической дисциплины и предупреждение нарушений при внедрении нового технологического оборудования.	Владеет - методами кинематического и динамического анализа механизмов и машин для определения функциональных возможностей их применения в машиностроении, а также решения этих задач с использованием ЭВМ.

II. СОДЕРЖАНИЕ И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу

Очная форма обучения

№ п/п	Наименование разделов и тем	Всего	Аудиторные занятия			ИФР	Сам. раб.
			ЛК	ПЗ	ЛБ		
1.	Раздел 1. Структурный анализ и синтез механизмов	30	8	12	-	-	10
2.	Тема 1. Введение. Основные понятия теории механизмов и машин.	4	2	-	-	-	2
3.	Тема 2. Классификация кинематических пар.	9	2	4	-	-	3
4.	Тема 3. Основные виды механизмов	4	2	-	-	-	2
5.	Тема 4. Структурный анализ и синтез механизмов	13	2	8	-	-	3
6.	Раздел 2. Кинематический, динамический и силовой анализы механизмов	42	10	24	-	-	8
7.	Тема 1. Кинематический анализ и синтез механизмов	14	4	8	-	-	2

8.	Тема 2. Динамический анализ и синтез механизмов.	15	4	8	-	-	3
9.	Тема 3. Кинестатический анализ механизмов.	13	2	8	-	-	3
10.	в т.ч. практическая подготовка	-	-	-	-	-	-
11.	<i>Итого за 5 семестр</i>	72	18	36	-	-	18
12.	Раздел 3. Колебания и трение в механизмах	14,2	8	-	-	-	6,2
13.	Тема 1. Колебания в механизмах.	7,2	4	-	-	-	3,2
14.	Тема 2. Вибрация.	7	4	-	-	-	3
15.	Раздел 4. Зубчатые передачи	50	16	24	-	-	10
16.	Тема 1. Зубчатые передачи. Основная теорема зацепления.	25	8	12	-	-	5
17.	Тема 2. Планетарные передачи.	25	8	12	-	-	5
18.	Раздел 5. Передаточные механизмы	34	12	12	-	-	10
19.	Тема 1. Фрикционные вариаторы. Кулачковые передачи.	19	4	12	-	-	3
20.	Тема 2. Мальтийские механизмы.	8	4	-	-	-	4
21.	Тема 3. Муфта свободного хода. Храповый механизм	7	4	-	-	-	3
22.	<i>Контроль</i>	9					
23.	<i>Экзамен</i>	0,3					
24.	<i>Курсовой проект</i>	0,5				1	
25.	в т.ч. практическая подготовка	-	-	-	-	-	-
26.	<i>Итого за 6 семестр</i>	108	36	36	-	1	26,2
	ИТОГО:	180	54	72	-	1	44,2

Очно-заочная форма обучения

№ п/п	Наименование разделов и тем	Всего	Аудиторные занятия			ИФР	Сам. раб.
			ЛК	ПЗ	ЛБ		
1.	Раздел 1. Структурный анализ и синтез механизмов	72	6	6	-	-	60
2.	Тема 1. Введение. Основные понятия теории механизмов и машин.	17	2	-	-	-	15
3.	Тема 2. Классификация кинематических пар.	19	2	2	-	-	15
4.	Тема 3. Основные виды механизмов	17	2	-	-	-	15
5.	Тема 4. Структурный анализ и синтез механизмов	19	-	4	-	-	15
6.	в т.ч. практическая подготовка	-	-	-	-	-	-
7.	<i>Итого за 7 триместр</i>	72	6	6	-	-	60
8.	Раздел 2. Кинематический, динамический и силовой анализы механизмов	72	6	6	-	-	50,7
9.	Тема 1. Кинематический анализ и синтез механизмов	18,7	2	2	-	-	14,7
10.	Тема 2. Динамический анализ и син-	24	2	4	-	-	18

	тез механизмов.						
11.	Тема 3. Кинетостатический анализ механизмов.	20	2	-	-	-	18
12.	<i>Контроль</i>	9					
13.	<i>Экзамен</i>	0,3					
14.	в т.ч. практическая подготовка	-	-	-	-	-	-
15.	<i>Итого за 8 триместр</i>	72	6	6	-	-	50,7
16.	Раздел 3. Колебания и трение в механизмах	9,5	-	-	-	-	9,5
17.	Тема 1. Колебания в механизмах.	5,5	-	-	-	-	5,5
18.	Тема 2. Вибрация.	4	-	-	-	-	4
19.	Раздел 4. Зубчатые передачи	12	-	-	-	-	12
20.	Тема 1. Зубчатые передачи. Основная теорема зацепления.	6	-	-	-	-	6
21.	Тема 2. Планетарные передачи.	6	-	-	-	-	6
22.	Раздел 5. Передаточные механизмы	12	-	-	-	-	12
23.	Тема 1. Фрикционные вариаторы. Кулачковые передачи.	4	-	-	-	-	4
24.	Тема 2. Мальтийские механизмы.	4	-	-	-	-	4
25.	Тема 3. Муфта свободного хода. Храповый механизм	4	-	-	-	-	4
26.	<i>Курсовой проект</i>	0,5				1	33,5
27.	в т.ч. практическая подготовка	-	-	-	-	-	-
28.	<i>Итого за 9 триместр</i>	36				1	33,5
	ИТОГО:	180	12	12	-	1	144,2

Заочная форма обучения – не реализуется

III. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Текущая аттестация проводится в форме контрольной работы, теста, реферата, творческого задания, кейса и др.

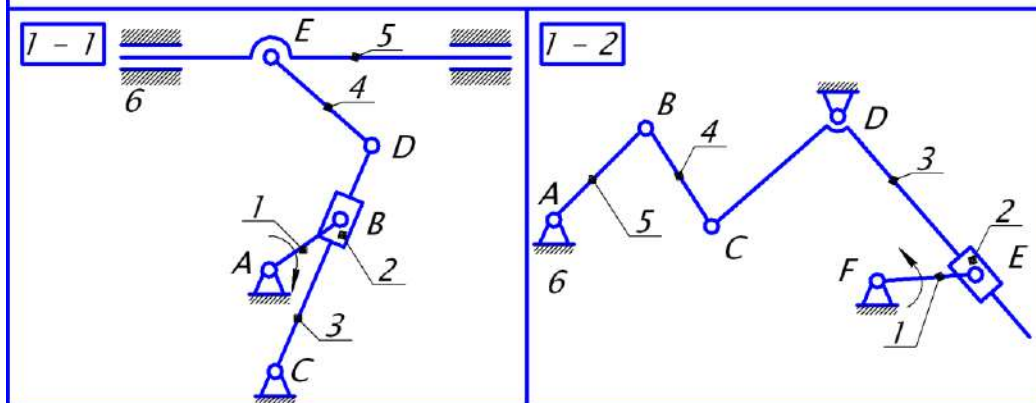
Типовой вариант контрольной работы

Вариант А: Задача №1

К задачам 1 – 1 ... 1 – 22

1. Выполнить структурный анализ рычажного механизма:

- 1) Построить заменяющий механизм, если в его состав входят высшие кинематические пары.
- 2) Пересчитать кинематические пары.
- 3) Подсчитать степень подвижности механизма по формуле Чебышева
- 4) Произвести отделение групп Ассура. Начальное звено обозначено стрелкой.
- 5) Записать формулу строения механизма и определить его класс.

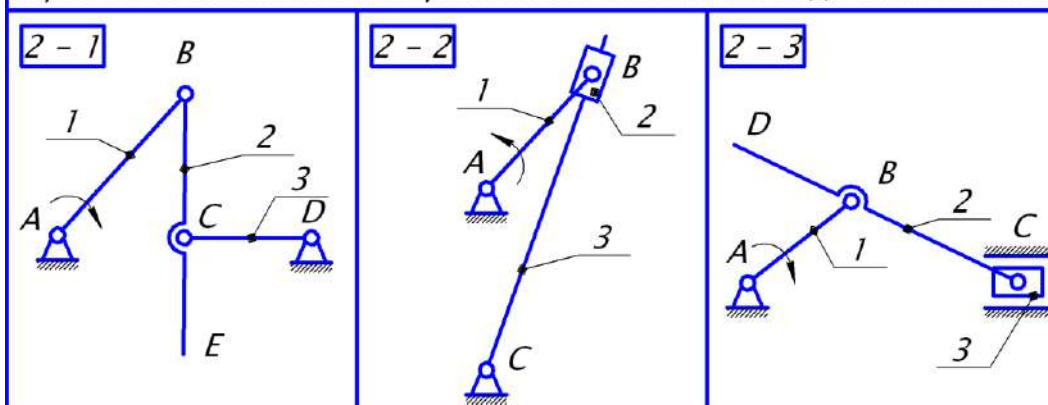


Задача №2

К задачам 2-1...2-21

2. Выполнить кинематический анализ рычажного механизма:

- 1) Построить планы скоростей и ускорений с записью всех уравнений при $\omega = \text{const}$ (указано стрелкой).
- 2) Определить в общем виде скорости и ускорения точек механизма, обозначенных буквами.
- 3) Определить в общем виде угловую скорость и угловое ускорение звеньев, совершающих вращательное и сложное движение.
- 4) Показать на механизме направление угловых скоростей и ускорений звеньев. Все построения выполнить на отдельном листе.

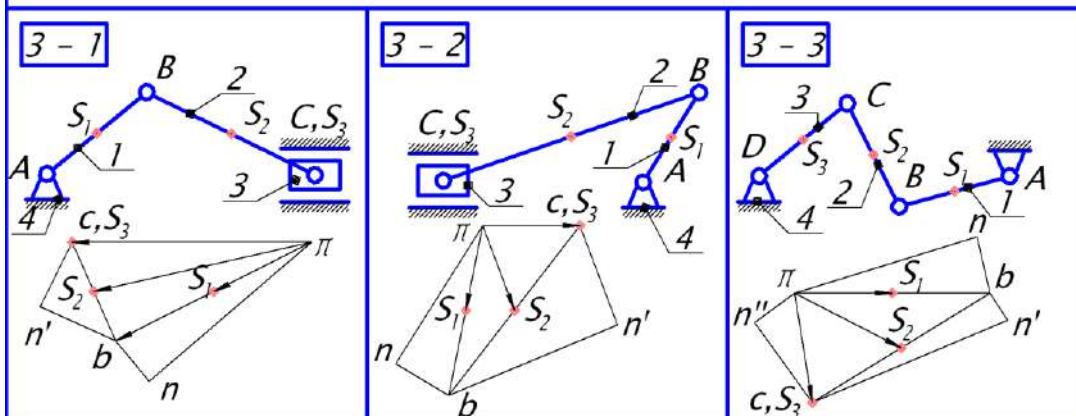


Задача № 3

К задачам 3-1...3-21

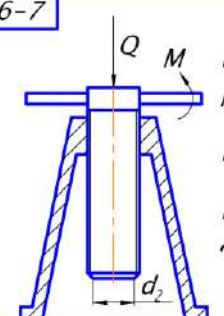
3. Определить инерционную нагрузку каждого звена механизма:

- 1) Определить направления угловых ускорений звеньев механизма.
- 2) Написать уравнения, по которым вычисляются главные векторы и главные моменты сил инерции звеньев, и показать их на механизме, изобразив схему механизма на отдельном рисунке.
- 3) Заменить главные векторы и главные моменты равнодействующими, показав их на механизме.



Вариант Б: Задача № 6-7 и 6-8

6-7




Определить КПД домкрата при подъеме груза, если задан средний диаметр d_2 и шаг p однозаходной прямоугольной резьбы винта. Трение учитывать только в винтовой паре, где коэффициент трения f .

Найти момент M , который надо приложить к рукоятке при подъеме груза Q . Проверить домкрат на самоторможение.

Обозначение	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
d_2 , мм	20	22	24	27	30	33	36	42	45	48
p , мм	2,5	2,5	3	3	3,5	3,5	4	4	5	5
f	0,15	0,14	0,12	0,1	0,1	0,12	0,14	0,15	0,12	0,1
Q , кН	8	10	12	15	18	20	22	25	28	30

6-8



Определить КПД клинового механизма при преодолении силы $F_{н.с}$, если задан угол клина α . Трение учитывать только в плоскости скольжения клиньев, где коэффициент трения f .

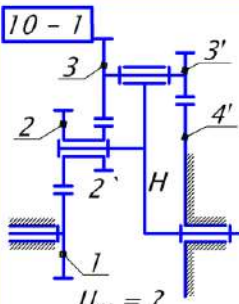
Найти силу F_d , необходимую для преодоления силы $F_{н.с}$.

Обозначение	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
α , град	20	30	35	30	25	20	35	30	20	15
f	0,1	0,12	0,14	0,15	0,16	0,14	0,12	0,18	0,1	0,2
$F_{н.с}$, кН	4	6	8	10	12	14	16	18	20	3

Задача № 10

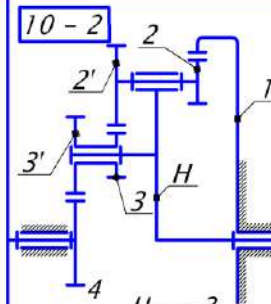
К задачам 10-1...1-35
По заданным начальным радиусам всех колёс найти в общем виде указанное передаточное отношение.

10-1



$U_{H1} = ?$

10-2



$U_{4H} = ?$

Примерная тематика рефератов

1. Основные задачи экспериментального исследования машин и механизмов на стадиях проектирования, производства и эксплуатации машин.
2. Методы определения параметров движения звеньев, статических и динамических нагрузок, характеристик трения, вибрации, мощности машин, зазоров в кинематических парах, жесткости звеньев, коэффициентов демпфирования, виброизоляции и динамичности.
3. Классификация механизмов по функциональным и структурным признакам.
4. Применение рычажных и шарнирных механизмов в транспортных, технологических, энергетических машинах, автоматических устройствах, приборах и установках.
5. Синтез двухзвенных и трехзвенных незамкнутых кинематических цепей по заданным положениям твердого тела точки, прямой, плоскости в пространстве.
6. Оптимизационный синтез кинематических схем манипуляторов.
7. Синтез сопряженных профилей по методу преобразования координат, методу последовательных положений исходного производящего контура и методу положения нормалей к профилям. Графические методы профилирования. Вычислительные алгоритмы и программы для ЭВМ.
8. Критерии качества передачи движения механизмами с высшими парами.
9. Виды зубчатых механизмов и области их применения.
10. Конические зубчатые передачи, области применения и их геометрический расчет.
11. Передачи Новикова, области их применения и расчет геометрических параметров.
12. Винтовые и червячные передачи и особенности расчета их геометрии.
13. Планетарные зубчатые механизмы.
14. Бесступенчатые передачи с замкнутым дифференциалом и коробки скоростей.
15. Волновые зубчатые передачи и их геометрический расчет.
16. Виды и назначения кулачковых механизмов.
17. Механизмы прерывистого действия.
18. Управление движением исполнительных органов машин и системы механизмов.
19. Программные системы автоматизированного проектирования механизмов на ЭВМ.
20. Системный подход к проектированию механизмов и машин.
21. Подсистемы САПР и их использование при выполнении домашних заданий и курсовых проектов.

Промежуточная аттестация обучающихся осуществляется в форме зачета, экзамена и курсового проектирования с использованием следующих оценочных материалов: *перечень вопросов к зачету, экзамену.*

Вопросы к зачету

(5 семестр, очная / 7 триместр очно-заочная форма обучения)

1. Понятие о машине, механизме и агрегате. Типы машин и их назначение
2. Методы исследования механизмов и их характеристика.
3. Аналитические исследования механизмов, решение векторных уравнений и уравнение Лагранжа II рода.
4. Цель и задачи структурного анализа механизма
5. Терминология звеньев, понятие о кинематической паре. Кинематические цепи и их классификация.
6. Понятие о высших и низших кинематических парах.
7. Определение степени подвижности механизмов. Формула Сомова -Малышева и Чебышева.
8. Принцип замещения механизмов.
9. Кинематический анализ механизмов.
10. Построение плана положений механизмов.
11. Уравнения для построения плана скоростей для плоскорычажных механизмов
12. Приведите пример построения плана скоростей для плоскорычажного механизма.
13. Построение плана ускорений механизма. Основные уравнения для построения плана для плоскорычажных механизмов.
14. Построение плана скоростей и угловых скоростей для высших кинематических пар.

Вопросы к экзамену

(6 семестр, очная / 8 триместр очно-заочная форма обучения)

1. Понятие о машине, механизме и агрегате. Типы машин и их назначение
2. Методы исследования механизмов и их характеристика.
3. Аналитические исследования механизмов, решение векторных уравнений и уравнение Лагранжа II рода.
4. Цель и задачи структурного анализа механизма
5. Терминология звеньев, понятие о кинематической паре. Кинематические цепи и их классификация.
6. Понятие о высших и низших кинематических парах.
7. Определение степени подвижности механизмов. Формула Сомова -Малышева и Чебышева.
8. Принцип замещения механизмов.
9. Кинематический анализ механизмов.
10. Построение плана положений механизмов.
11. Уравнения для построения плана скоростей для плоскорычажных механизмов
12. Приведите пример построения плана скоростей для плоскорычажного механизма.

низма.

13. Построение плана ускорений механизма. Основные уравнения для построения плана для плоскорычажных механизмов.
14. Построение плана скоростей и угловых скоростей для высших кинематических пар.
15. Графоаналитические методы исследования механизмов.
16. Теорема Жуковского о рычаге.
17. Принцип преобразования перемещений в принцип мощностей.
18. Динамика механизмов. Её цель и задачи.
19. Механические характеристики машин.
20. Внешние силы, действующие на механизм и их характеристика.
21. Уравнение движения механизма в интегральном виде.
22. Режимы движения механизмов.
23. Кинетическая энергия для плоскопараллельного движения.
24. Понятие о приведенной массе, приведенном моменте и приведенной инерции механизма.
25. Запишите уравнение движения механизма в дифференциальной форме
26. Понятие о КПД. КПД сложного механизма при последовательном и параллельном соединении его составляющих.
27. Понятие о трении качения и скольжения. Формула Амонтона-Кулона.
28. Кинетостатика механизмов. Её цели и задачи. Принцип Даламбера.
29. Определение реакции в кинематических парах.
30. Уравновешивание плоскорычажных механизмов
31. Балансировка деталей. Конструкция балансировочного станка.
32. Определение дисбаланса вращающихся роторов и валов.
33. Коэффициент неравномерности хода машины и его определение.
34. Определение момента инерции маховика и его геометрических размеров.

IV. ПЕРЕЧЕНЬ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература

1. Теория механизмов и машин : учебное пособие / М.А. Мерко, А.В. Колотов, М.В. Меснянкин, А.А. Шаронов ; Сибирский федеральный университет. – Красноярск : Сибирский федеральный университет (СФУ), 2015. – 248 с. : ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=497728> (дата обращения: 01.09.2020). – Библиогр.: с. 243-244. – ISBN 978-5-7638-3362-1. – Текст : электронный.

5.2. Дополнительная литература

1. Капустин, А.В. Теория механизмов и машин: учебное пособие по курсовому проектированию / А.В. Капустин ; Поволжский государственный технологический уни-

- верситет. – Йошкар-Ола : Поволжский государственный технологический университет, 2018. – 76 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=494309> (дата обращения: 01.09.2020). – Библиогр.: с. 73. – ISBN 978-5-8158-2011-1. – Текст : электронный.
2. Теория механизмов и машин: рычажные механизмы / М.А. Мерко, А.В. Колотов, М.В. Меснянкин и др. ; Сибирский федеральный университет. – Красноярск : Сибирский федеральный университет (СФУ), 2016. – 240 с. : ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=497730> (дата обращения: 01.09.2020). – Библиогр.: с. 230-231. – ISBN 978-5-7638-3529-8. – Текст : электронный.
3. Артоболевский И.И. Теория механизмов и машин. – М.: Наука – 1988 – 639 с.
4. Фролов К.В. и др. Теория механизмов и машин. М.: Высшая школа. – 1987 – 496 стр.
5. Учебные задания для самостоятельной работы студентов по курсу ТММ / Бондаренко П.А., Ганул Е.В. ЛГТУ. Кафедра ПМ. – Липецк. – 2008.

V. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№ пп	Ссылка на информационный ресурс	Наименование разработки в электронной форме	Доступность
1.	http://edu.ru/	Российское образование: Федеральный портал. Включает ссылки на порталы и сайты образовательных учреждений; государственные образовательные стандарты; нормативные документы; каталог экскурсий и обучающих программ.	Свободный доступ
2.	http://www.soprotmat.ru/	Электронный учебный курс по Сопротивлению материалов для студентов очной и заочной формы обучения	Свободный доступ
3.	http://www.detalmach.ru/	Электронный учебный курс по Деталям машин для студентов очной и заочной форм обучения	Свободный доступ

VI. СОВРЕМЕННЫЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ

1.	http://www.biblioclub.ru	Электронно-библиотечная система (ЭБС) Университетская библиотека онлайн	Регистрация через любой университетский компьютер. В дальнейшем предоставляется неограниченный индивидуальный доступ из любой точки, в которой имеется доступ
----	-----------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

			к сети Интернет
2.	www.garant.ru	Информационно-правовой портал	Свободный доступ
3.	www.elibrary.ru	Российский информационный портал в области науки, технологии, медицины и образования	Свободный доступ
4.	www.consultant.ru	Российская компьютерная справочно-правовая система	Свободный доступ

VII. ЛИЦЕНЗИОННОЕ И СВОБОДНО РАСПРОСТРАНЯЕМОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

При реализации учебной дисциплины применяется следующее лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

- Microsoft Windows;
- Microsoft Office;
- LibreOffice и др.

VIII. ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ОБУЧЕНИЯ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Учебные занятия проводятся в аудиториях, укомплектованных специализированной мебелью, в том числе стационарными или переносными техническими средствами обучения (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

Самостоятельная работа проводится в кабинетах, оснащенных компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Предусмотрены помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.