

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Тверской государственный технический университет»**  
**(ТвГТУ)**

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по учебной работе

Э.Ю. Майкова

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

дисциплины обязательной части

Блока 1 «Дисциплины (модули)»

**«Прикладная механика»**

Направление подготовки бакалавров

**19.03.01 Биотехнология**

Направленность (профиль) подготовки –

**Промышленная биотехнология**

Виды профессиональной деятельности –

**Производственно-технологическая**

Форма обучения – очная и заочная

Факультет природопользования и инженерной экологии  
Кафедра технической механики

Тверь 20\_\_ г.

Рабочая программа дисциплины соответствует ОХОП подготовки бакалавров в части требований к результатам обучения по дисциплине и учебному плану.

Разработчик программы:  
доцент кафедры ТМ

А.А.Митюрёв

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ТМ

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г., протокол № \_\_\_\_\_.

Заведующий кафедрой ТМ

В.В.Гараников

**Согласовано:**

Начальник учебно-методического  
отдела УМУ

Д.А. Барчуков

Начальник отдела комплектования  
зональной научной библиотеки

О.Ф. Жмыхова

## 1. Цели и задачи дисциплины

**Основной целью образования** по дисциплине «Прикладная механика» является обучение студентов основам общего машиноведения с целью обеспечения надёжной эксплуатации изделий общетехнического применения, а также развитие на этой основе творческих способностей студента и формирование его инженерного мышления для дальнейшей деятельности в условиях реального производства.

**Основными обобщенными задачами дисциплины являются:**

- **приобретение** понимания проблем проектирования и изготовления машин и аппаратов химического машиностроения, конструкций, сооружений, установок, агрегатов, оборудования, приборов и их составных элементов;
- **овладение** основными законами и принципами, используемых в прикладной механике, методикой проведения проверочных расчетов элементов конструкций;
- **формирование:** культуры инженерного мышления для успешного применения методов построения математических моделей механических систем на основе описания физической сущности анализируемых процессов.

## 2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина относится к обязательной части Блока 1 ОП ВО. Дисциплина базируется на общенаучных и общетехнических дисциплинах: математике, физике, компьютерной графике, информатике, материаловедении.

В курсе обобщаются, закрепляются и углубляются знания, полученные при изучении общенаучных и общетехнических дисциплин («Физика», «Общая химическая технология» и др.), приобретаются новые знания и формируются навыки, необходимые для изучения специальных дисциплин («Процессы и аппараты биотехнологии», «Общая биотехнология», «Пищевая биотехнология», «Проектирование и оборудование предприятий химической промышленности» и др.), выполнения выпускной квалификационной работы и последующей инженерной деятельности в условиях современного производства.

## 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

### 3.1. Перечень компетенций, закрепленных по дисциплине в ОХОП

**УК-1:** Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач.

**УК-2:** Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений.

**ОПК-1:** Способен изучать, анализировать, использовать биологические объекты и процессы, основываясь на законах и закономерностях математических, физических, химических и биологических наук и их взаимосвязи.

### **3.2. Индикаторы компетенций, закрепленных за дисциплиной в ОХОП**

**ИУК-1.2:** Осуществляет поиск и критический анализ необходимой информации, обобщает результаты анализа для решения поставленной задачи.

**ИУК-2.1:** Определяет совокупность задач в рамках поставленной цели проекта.

**ИОПК-1.2:** Использует математические, физические, химические и биологические законы и справочные данные для решения профессиональных задач.

**ИОПК-1.3:** Владеет навыками решения типовых задач с применением математических, физических, физико-химических, химических и биологических методов.

### **3.3. Показатели оценивания индикаторов достижения Компетенций**

#### **Знать:**

3.1. Основные понятия, терминологию, законы и методы прикладной механики.

3.2. Типовые детали, конструкции оборудования химической промышленности. Условия нормальной работы деталей, механизмов и машин.

3.3. Требования к промышленному оборудованию и материалам, критерии их качества. Главные критерии работоспособности деталей машин. Пути повышения качества, надежности и долговечности оборудования химической отрасли.

#### **Уметь:**

У.1. Применять типовые схемы расчетов и методы решения задач практической механики для определения характеристик в механических системах для проектирования, использования и исследования современной техники в будущей профессиональной деятельности.

У.2. Использовать физические и математические модели процессов, протекающих в типовых деталях и конструкциях при их эксплуатации, стандартные пакеты прикладных компьютерных программ для решения практических задач прикладной механики в области химических технологий и производства.

**3.4. Технологии формирования компетенций:** проведение лекционных и лабораторных занятий, выполнение курсовой работы.

#### 4. Трудоемкость дисциплины и виды учебной работы

##### ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

**Таблица 1а.** Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной работы

Вид учебной работы	Зачетных единиц	Академических часов
Общая трудоемкость дисциплины	5	180
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>		90
В том числе:		
Лекции		45
Практические занятия (ПЗ)		не предусмотрены
Лабораторные работы (ЛР)		45
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>		54+36(экз.)
В том числе:		
Курсовая работа (КР)		54
Реферат		не предусмотрен
Контроль текущий и промежуточный (балльно-рейтинговый, экзамен)		36(экз.)
<b>Практическая подготовка при реализации дисциплины (всего)</b>		0

##### ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

**Таблица 1б.** Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной работы

Вид учебной работы	Зачетных единиц	Академических часов
Общая трудоемкость дисциплины	2	46
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>		14
В том числе:		
Лекции		2
Практические занятия (ПЗ)		не предусмотрены
Лабораторные работы (ЛР)		12
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>		19+13(контроль.)
В том числе:		
Курсовая работа (КР)		19
Реферат		не предусмотрен
Контроль текущий и промежуточный (балльно-рейтинговый, экзамен)		5 (зач) + 9 (экз.)
<b>Практическая подготовка при реализации дисциплины (всего)</b>		0

## 5. Структура и содержание дисциплины

Структура и содержание дисциплины построены по модульно-блочному принципу.

Под модулем дисциплины понимается укрупненная логико-понятийная тема, характеризующаяся общностью использованного понятийно-термино-логического аппарата.

### 5.1. Структура дисциплины

#### ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

**Таблица 2а.** Модули (разделы) дисциплины, трудоемкость в часах и виды учебной работы

№	Наименование модуля	Труд-ть часы	Лекции	Практич. занятия	Лаб. занятия	Сам. работа
<b>Семестр 3</b>						
1.	Основные принципы и этапы разработки машин и аппаратов химической отрасли. Требования к деталям машин и материалам, критерии их качества. Условия нормальной работы деталей, механизмов и машин. Главные критерии работоспособности деталей машин: прочность, жесткость, износостойкость, теплостойкость, виброустойчивость	10	4			2 + 4(экз.)
2.	Структура и классификация механизмов. Анализ и синтез механизмов. Кинематический и силовой анализ механизмов. Конструкции корпусов, станин, опор валов и осей. Методы установки подшипников скольжения и качения. Шарнирно-подвижные, шарнирно-неподвижные опоры. Контактные, бесконтактные уплотнительные устройства валов. Уравновешивание механизмов. Балансировка вращающихся масс	52	12		18	6 + 16(экз.)
3.	Основы сопротивления материалов. Основные понятия, гипотезы и допущения. Основы расчетов типовых элементов конструкций по главным критериям работоспособности. Прочность, жесткость и деформации при растяжении-сжатии, кручении, изгибе. Механические характеристики конструкционных материалов, основные методы их определения. Пути повышения качества, надежности и долговечности деталей машин и аппаратов	46	14		12	4 + 16(экз.)
<b>Всего за 3 семестр</b>		<b>108</b>	<b>30</b>		<b>30</b>	<b>12 + 36(экз.)</b>

Семестр 4						
4.	Износостойкость и коррозионная стойкость деталей машин и аппаратов химических производств. Особенности дискретного контактного взаимодействия в сопряжениях деталей, влияние на герметичность, теплопроводность, электропроводность соединений. Оценка качества поверхности. Фрикционные и антифрикционные материалы. Смазочные материалы. Подшипники качения и скольжения. Мероприятия по эффективному снижению трения и изнашивания деталей, повышение их долговечности	34	6		8	20
5.	Передаточные механизмы. Соединения деталей машин. Расчет неразъемных соединений по главным критериям работоспособности. Муфты электромеханических приводов. Общие принципы проектирования и конструирования типовых и новых машин, механизмов и деталей химического машиностроения	38	9		7	22
<b>Всего за 4 семестр</b>		<b>72</b>	<b>15</b>		<b>15</b>	<b>42</b>
<b>Всего на дисциплину (курс)</b>		<b>180</b>	<b>45</b>		<b>45</b>	<b>54 + 36(экз)</b>

### ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

**Таблица 2б.** Модули (разделы) дисциплины, трудоемкость в часах и виды учебной работы

№	Наименование модуля	Труд-ть часы	Лекции	Практич. занятия	Лаб. занятия	Сам. работа
<b>Семестр 4</b>						
1.	Основные принципы и этапы разработки машин и аппаратов химической отрасли. Требования к деталям машин и материалам, критерии их качества. Условия нормальной работы деталей, механизмов и машин. Главные критерии работоспособности деталей машин: прочность, жесткость, износостойкость, теплостойкость, виброустойчивость	3				2 + 1(экз.)
2.	Структура и классификация механизмов. Анализ и синтез механизмов. Кинематический и силовой анализ механизмов. Конструкции корпусов, станин, опор валов и осей. Методы установки подшипников скольжения и качения. Шарнирно-подвижные, шарнирно-неподвижные опоры. Контактные,	10			2	5 + 3(экз.)

	бесконтактные уплотнительные устройства валов. Уравновешивание механизмов. Балансировка вращающихся масс					
3.	Основы сопротивления материалов. Основные понятия, гипотезы и допущения. Основы расчетов типовых элементов конструкций по главным критериям работоспособности. Прочность, жесткость и деформации при растяжении-сжатии, кручении, изгибе. Механические характеристики конструкционных материалов, основные методы их определения. Пути повышения качества, надежности и долговечности деталей машин и аппаратов	10			2	4 + 4(экз.)
<b>Всего за 4 семестр</b>		<b>23</b>			<b>4</b>	<b>11 + 8(экз)</b>
<b>Семестр 5</b>						
4.	Износостойкость и коррозионная стойкость деталей машин и аппаратов химических производств. Особенности дискретного контактного взаимодействия в сопряжениях деталей, влияние на герметичность, теплопроводность, электропроводность соединений. Оценка качества поверхности. Фрикционные и антифрикционные материалы. Смазочные материалы. Подшипники качения и скольжения. Мероприятия по эффективному снижению трения и изнашивания деталей, повышение их долговечности	11	1		4	4 + 2(зач)
5.	Передаточные механизмы. Соединения деталей машин. Расчет неразъемных соединений по главным критериям работоспособности. Муфты электромеханических приводов. Общие принципы проектирования и конструирования типовых и новых машин, механизмов и деталей химического машиностроения	12	1		4	4 + 3 (зач)
<b>Всего за 5 семестр</b>		<b>23</b>	<b>2</b>		<b>8</b>	<b>8 + 5(зач)</b>
<b>Всего на дисциплину (курсе)</b>		<b>46</b>	<b>2</b>		<b>12</b>	<b>19+ 13(эк/з)</b>

## 5.2. Содержание дисциплины

**Модуль 1.** «Основные принципы и этапы разработки машин и аппаратов химической отрасли. Требования к деталям машин и материалам, критерии их качества. Условия нормальной работы деталей, механизмов и машин. Главные критерии работоспособности деталей машин: прочность, жесткость, износостойкость, теплостойкость, виброустойчивость».

Введение. Место дисциплины «Прикладная механика» в общепрофессиональной подготовке бакалавров.

Основные понятия. Задачи и методы прикладной механики.

Принципы и этапы разработки машин и аппаратов химической отрасли. Наиболее распространенные и типовые механизмы, критерии их качества.

Условия нормальной работы деталей, механизмов и машин. Главные критерии работоспособности деталей машин: прочность, жесткость, износостойкость, теплостойкость, виброустойчивость.

Общая характеристика конструкционных материалов. Требования, предъявляемые к материалам. Важнейшие металлы и сплавы, их свойства и области применения в современном машиностроении при производстве оборудования для химической отрасли.

**Модуль 2.** «Структура и классификация механизмов. Анализ и синтез механизмов. Кинематический и силовой анализ механизмов. Конструкции корпусов, станин, опор валов и осей. Методы установки подшипников скольжения и качения. Уплотнительные устройства».

Структура и классификация механизмов. Звено, кинематическая пара, кинематическая цепь, механизм, структурная группа рычажного механизма. Степень подвижности механизма.

Разложение рычажных механизмов на структурные группы. Класс механизма. Избыточные связи, лишние степени свободы.

Кинематический анализ механизмов. Цели, задачи и методы кинематического анализа механизмов. Графический, графоаналитический, аналитический, экспериментальный методы анализа. Графоаналитический метод: преимущества и недостатки, последовательность проведения, свойства планов скоростей и планов ускорения. Теорема подобия.

Силовой анализ механизмов. Цели, задачи и методы силового анализа. Метод планов сил. Последовательность силового анализа характерных структурных групп рычажных механизмов. Силовой анализ ведущего звена механизма. Силовой анализ механизмов с учетом сил трения.

Виброустойчивость деталей машин. Источники неуравновешенных масс в типовых деталях, механизмах и машинах. Уравновешивание и балансировка вращающихся масс.

Конструкции корпусов и станин типовых машин. Общие требования к конструкциям и материалам корпусов и станин.

Опоры валов и осей. Общие требования к конструкциям опор и осей. Подшипники скольжения и качения, их сравнительный анализ, особенности применения. Методы установки подшипников качения. Шарнирно-подвижные и шарнирно-неподвижные опоры. Методы смазки и смазочные устройства подшипниковых узлов. Контактные и бесконтактные уплотнительные устройства валов.

**Модуль 3.** «Основы сопротивления материалов. Основные понятия, гипотезы и допущения. Основы расчетов типовых элементов конструкций по главным критериям работоспособности. Прочность, жесткость и деформации при растяжении-сжатии, кручении, изгибе. Пути повышения качества, надежности и долговечности деталей машин и аппаратов».

Основные понятия, гипотезы и допущения сопротивления материалов. Реальный объект и расчетная схема. Внешние и внутренние силы.

Определение внутренних сил. Метод сечений. Эпюры внутренних усилий.

Понятие о напряжении и напряженном состоянии. Перемещения и деформации.

Общие принципы расчета типовых элементов конструкций. Расчёты на прочность при растяжении – сжатии. Статически определимые и статически неопределимые системы.

Удлинения стержня и закон Гука. Условия прочности. Диаграмма растяжений и ее использование для определения механических характеристик материалов. Коэффициент запаса прочности. Допускаемые напряжения для материалов реальных изделий машиностроения. Влияние температуры и фактора времени на механические характеристики материала.

Жесткость деталей машин. Условия жесткости. Методы обеспечения объемной и контактной жесткости типовых деталей машин. Расчеты на жесткость.

Чистый сдвиг и его особенности. Напряжения и деформации при сдвиге. Закон Гука. Условия прочности. Практический расчет соединений, работающий на сдвиг. Расчет заклепочных и болтовых соединений. Расчет сварных соединений.

Внутренние силовые факторы при кручении. Кручение бруса с круглым поперечным сечением. Напряжения в брус круглого поперечного сечения. Условия прочности. Определения угла закручивания. Закон Гука при кручении. Условия жесткости. Расчёты на прочность и жёсткость.

Внутренние силовые факторы в поперечных сечениях стержня при изгибе. Дифференциальные зависимости между  $M$ ,  $Q$  и  $q$ . Напряжение в сечениях при чистом изгибе. Поперечный изгиб. Касательные напряжения при изгибе. Построение эпюр моментов и поперечных сил в балках. Проверка прочности балок при изгибе.

Пути повышения качества, надежности и долговечности деталей машин и аппаратов.

**Модуль 4.** «Износостойкость и коррозионная стойкость деталей машин и аппаратов химических производств. Особенности дискретного контактного взаимодействия в сопряжениях деталей. Оценка качества поверхности. Фрикционные и антифрикционные материалы. Смазочные материалы. Подшипники качения и скольжения. Мероприятия по эффективному снижению трения и изнашивания деталей».

Трение и износ в машинах, аппаратах и механизмах. Виды трения и износа. Методы оценки износа деталей машин. Особенности дискретного контактного взаимодействия в сопряжениях деталей. Оценка качества поверхности. Влияние качества поверхности на герметичность, теплопроводность и электропроводность соединений деталей. Гипотеза о двойственной природе трения. Роль смазки в снижении трения и изнашивания деталей машин.

Подшипники скольжения и подпятники (назначение, типы, область применения, разновидности конструкций, материалы для их изготовления). Смазочные устройства. Смазочные материалы, особенности применения в типовых конструкциях машин и механизмов. Антифрикционные материалы. Достоинства и недостатки подшипников скольжения. Характерные дефекты и поломки подшипников скольжения.

Подшипники качения (общие сведения, классификация и область применения, разновидности конструкций, материалы для их изготовления). Система обозначения подшипников качения. Достоинства и недостатки подшипников качения. Сравнительная характеристика подшипников качения и скольжения. Распределение нагрузки на теле качения подшипника. Особенности кинематики подшипников качения. Виды разрушения подшипников качения и критерии их работоспособности.

Особенности проектирования подшипниковых узлов. Крепление подшипников на валу и в корпусе. Уплотнение в подшипниковых узлах. Посадки подшипников на вал и в корпус. Монтаж и демонтаж подшипников. Смазка подшипников качения. Основные принципы конструирования узлов трения, содержащих подшипники качения.

**Модуль 5.** «Передаточные механизмы. Соединения деталей машин. Муфты. Общие принципы проектирования и конструирования типовых и новых изделий химического машиностроения».

Передачи мощности и передаточные механизмы. Классификация передач. Основные кинематические и силовые отношения в передачах. Механизмы преобразования одного вида движения в другой. Сравнительный анализ механических передач.

Зубчатые передачи. Общие сведения и классификация зубчатых передач. Краткие сведения о методах изготовления зубчатых колес, их конструкциях, материалах. Основные элементы зубчатой передачи. Термины, определения и обозначения. Корректирование зацеплений. Виды разрушения зубьев. Критерии работоспособности, основные методы повышения ресурса.

Червячные передачи. Общие сведения, устройство передачи, материалы, область применения, достоинства и недостатки. Геометрическое соотношение размеров червячной некорректированной передачи с архимедовым червяком. Виды повреждения передачи. Методы борьбы с изнашиванием, выкрашиванием и заеданием зубьев червячных колес. Основные критерии работоспособности червячных передач.

Ременные передачи. Классификация, конструкция, геометрия передач, кинематические соотношения, КПД. Силы и напряжения в ремнях. Устройства для натяжения ремня. Передачи зубчатым ремнем.

Цепные передачи. Конструкции приводных цепей. Основные геометрические и кинематические соотношения в передаче. Критерии работоспособности. Материалы цепей. Натяжение, смазывание, картеры.

Неразъемные соединения (сварные, паяные, клеевые и заклепочные соединения и соединения с натягом). Особенности конструкции, области применения, сравнительный анализ неразъемных соединений.

Разъемные соединения (резьбовые, штифтовые, шпоночные, шлицевые соединения). Особенности конструкции, области применения, сравнительный анализ разъемных соединений. Расчет по главным критериям работоспособности болтового соединения.

Резьбовые соединения. Классификация резьбовых соединений. Конструкции резьбовых соединений (болты, винты, шпильки, гайки, шайбы). Материалы резьбовых соединений. Способы стопорения резьбовых соединений. Инструменты для отвинчивания и завинчивания.

Муфты приводов. Классификация муфт. Жёсткие муфты. Компенсирующие муфты. Подвижные муфты. Упругие муфты. Сцепные муфты. Самоуправляемые муфты. Предохранительные муфты. Фрикционные муфты. Краткие сведения о выборе и расчете муфт.

### 5.3. Лабораторный практикум

#### ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 3а. Тематика лабораторных занятий и их трудоемкость

№ пп.	Учебно – образовательный модуль. Цели лабораторного занятия.	Примерная тематика лабораторного занятия.	Труд- сть в ча- сах
1.	Модуль2. Ознакомление со структурным анализом рычажных механизмов машин и аппаратов	Классификация механизмов. Классификация кинематических пар. Типовые рычажные механизмы. Шарнирный четырёхзвенный механизм. Кривошипно-ползунный механизм. Структурные схемы механизмов. Определение числа степеней свободы механизма, структурной группы, ведущего звена (начального механизма)	2
2.	Модуль2. Ознакомление с методами кинематического анализа рычажных механизмов	Сравнительный анализ современных методов кинематического анализа рычажных механизмов. Графический и графоаналитический методы кинематического анализа. Построение планов скоростей и планов ускорений типовых шарнирного четырехзвенного и кривошипно-ползунного рычажных механизмов	4
3.	Модуль2. Ознакомление с силовым (кинетостатическим) анализом рычажных механизмов.	Особенности кинетостатического анализа рычажных механизмов. Построение планов сил для двухповодковой и кривошипно-ползунной характерных структурных групп и для ведущего звена рычажного механизма	4

4.	<b>Модуль2.</b> Ознакомление со статической и динамической балансировкой жесткого ротора при неизвестном положении неуравновешенных масс	Изучение методов, конструктивных решений и технических средств для статического уравнивания и динамической балансировки деталей типовых механизмов и машин	2
5.	<b>Модуль2.</b> Ознакомление с приемами конструирования опор валов и осей	Общие требованиями к конструкциям опор валов и осей. Изучение методов установки подшипников и особенностей их применения. Конструкции шарнирно-подвижных и шарнирно-неподвижных опор. «Плавающие» опоры. Проектирование опор при установке подшипников враспор	3
6.	<b>Модуль2.</b> Методы организации смазки и уплотнения типовых подшипниковых узлов	Сравнительный анализ жидкостного, полужидкостного, граничного трения в подшипниковых узлах. Особенности применения твердых смазок. Присадки к смазочным материалам. Типовые конструкции контактных и бесконтактных уплотнений подшипниковых узлов	3
7.	<b>Модуль3.</b> Ознакомление с методом сечений для определения внутренних усилий при различных видах деформаций деталей машин	Перемещения и деформации, построение эпюр внутренних усилий при растяжении-сжатии, кручении, изгибе. Условия статической и усталостной прочности.	4
8.	<b>Модуль3.</b> Ознакомление со статически определимыми и статически неопределимыми системами при растяжении-сжатии	Расчеты на прочность и жёсткость статически определимых и статически неопределимых конструкций при растяжении-сжатии. Составление уравнений совместности деформаций. Силовые и температурные деформации статически неопределимых систем и конструкций оборудования химической отрасли	4
9.	<b>Модуль3.</b> Особенности расчетов на прочность и жесткость типовых конструкций машин и механизмов при деформациях кручения и плоского поперечного изгиба	Составление расчетных схем и расчет типовых конструкций при деформациях кручения и плоского поперечного изгиба.	4
10.	<b>Модуль4.</b> Изучение конструкций подшипников скольжения, особенности их применения в механизмах и машинах	Подшипники скольжения. Области применения, типовые конструкции, материалы, смазка. Критерии работоспособности. Определение приведенного коэффициента трения подшипника скольжения методом выбега	3
11.	<b>Модуль4.</b> Изучение конструкций подшипников качения, особенности их применения в механизмах и машинах	Подшипники качения. Их классификация, устройство. Критерии работоспособности. Структура основной и дополнительной маркировки. Основные технико-экономические параметры подшипников качения	3
12.	<b>Модуль4.</b> Сравнительный анализ технико-экономических параметров различных типов и серий подшипников качения	Сравнительный анализ по грузоподъемности и быстроходности подшипников качения различных типов и одного типа в пределах различных серий. Современные пути повышения долговечности (требуемого ресурса) подшипников качения	2
13.	<b>Модуль5.</b> Кинематический анализ зубчатых механизмов электромеханических приводов типовых машин и аппаратов химической отрасли	Устройство сложных зубчатых механизмов, получение навыков в составлении кинематических схем и определении передаточных отношений зубчатых механизмов. Сравнительный анализ технико-экономических показателей разных видов механических передач зацеплением	3

14.	<b>Модуль5.</b> Изучение конструкций основных типовых муфт электромеханических приводов	Ознакомление с жесткими, предохранительными и упругими муфтами. Их назначение, особенности конструкций, виды предохранительных и упругих элементов. Основные критерии работоспособности. Расчет элементов муфт на прочность. Методика подбора стандартных муфт	2
15.	<b>Модуль5.</b> Ознакомление с типовыми разъемными соединениями деталей машин	Основные виды разъемных соединений деталей машин (резьбовые, штифтовые, шпоночные, шлицевые соединения). Особенности конструкций, области применения, сравнительный анализ разъемных соединений. Расчет по главным критериям работоспособности болтового соединения. Методы борьбы с самоотвинчиванием в резьбовых соединениях	2

## ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

**Таблица 3б.** Тематика лабораторных занятий и их трудоемкость

№ пп.	Учебно – образовательный модуль. Цели лабораторного занятия.	Примерная тематика лабораторного занятия.	Труд- сть в ча- сах
1.	<b>Модуль2.</b> Ознакомление с методами кинематического анализа рычажных механизмов	Графоаналитический методы кинематического анализа. Построение планов скоростей и планов ускорений типовых шарнирного четырехзвенного и кривошипно-ползунного рычажных механизмов	1
2.	<b>Модуль2.</b> Ознакомление с силовым (кинетостатическим) анализом рычажных механизмов.	Особенности кинетостатического анализа рычажных механизмов. Построение планов сил для двухповодковой и кривошипно-ползунной характерных структурных групп и для ведущего звена рычажного механизма	1
3.	<b>Модуль3.</b> Ознакомление с методом сечений для определения внутренних усилий при различных видах деформаций деталей машин	Перемещения и деформации, построение эпюр внутренних усилий при растяжении-сжатии, кручении, изгибе. Условия статической и усталостной прочности.	1
4.	<b>Модуль3.</b> Ознакомление со статически определяемыми и статически неопределимыми системами при растяжении-сжатии	Расчеты на прочность и жесткость статически определяемых и статически неопределимых конструкций при растяжении-сжатии. Составление уравнений совместности деформаций. Силовые и температурные деформации статически неопределимых систем и конструкций оборудования химической отрасли	1
5.	<b>Модуль4.</b> Изучение конструкций подшипников скольжения, особенности их применения в механизмах и машинах	Подшипники скольжения. Области применения, типовые конструкции, материалы, смазка. Критерии работоспособности. Определение приведенного коэффициента трения подшипника скольжения методом выбега	2
6.	<b>Модуль4.</b> Изучение конструкций подшипников качения, особенности их применения в механизмах и машинах	Подшипники качения. Их классификация, устройство. Критерии работоспособности. Структура основной и дополнительной маркировки. Основные технико-экономические параметры подшипников качения	2
7.	<b>Модуль5.</b> Кинематический анализ зубчатых механизмов электромеханических приводов типовых машин и аппаратов химической отрасли	Устройство сложных зубчатых механизмов, получение навыков в составлении кинематических схем и определении передаточных отношений зубчатых механизмов. Сравнительный анализ технико-экономических показателей разных видов механических передач зацеплением	2

8.	<b>Модуль5.</b> Изучение конструкций основных типовых муфт электромеханических приводов	Ознакомление с жесткими, предохранительными и упругими муфтами. Их назначение, особенности конструкций, виды предохранительных и упругих элементов. Основные критерии работоспособности. Расчет элементов муфт на прочность. Методика подбора стандартных муфт	1
9.	<b>Модуль5.</b> Ознакомление с типовыми разъемными соединениями деталей машин	Основные виды разъемных соединений деталей машин (резьбовые, штифтовые, шпоночные, шлицевые соединения). Особенности конструкций, области применения, сравнительный анализ разъемных соединений. Расчет по главным критериям работоспособности болтового соединения. Методы борьбы с самоотвинчиванием в резьбовых соединениях	1

**5.4. Практические и(или) семинарские занятия учебной программой не предусмотрены.**

**5.5. Практикумы, тренинги, деловые и ролевые игры учебной программой не предусмотрены.**

## **6. Самостоятельная работа обучающихся и текущий контроль успеваемости**

### **6.1. Цели самостоятельной работы**

Формирование способностей к самостоятельному познанию и обучению, поиску литературы, обобщению, оформлению и представлению полученных результатов, их критическому анализу, поиску новых и неординарных решений, аргументированному отстаиванию своих предложений, умений подготовки выступлений и ведения дискуссий.

### **6.2. Организация и содержание самостоятельной работы**

Самостоятельная работа заключается в изучении отдельных тем курса по заданию преподавателя по рекомендуемой им учебной литературе, в подготовке к лабораторному практикуму, к рубежным контролям, экзамену или зачету, в выполнении курсовой работы. После вводных лекций, в которых обозначается содержание дисциплины, ее проблематика и практическая значимость, студентам выдается задание на курсовую работу.

Курсовая работа состоит из 4-6 заданий, соответствующих модулям 1-5, которая оформляется на листах формата А4, с возможностью отображения расчетных схем и полученных результатов на «миллиметровке».

В случае невыполнения лабораторной работы по уважительной причине студент имеет право выполнить письменный реферат, по согласованной с преподавателем теме по модулю, по которому пропущена лабораторная работа. Возможная тематическая направленность реферативной работы для каждого учебно-образовательного модуля представлена в следующей таблице.

**Таблица 4. Темы рефератов**

№ п/п	Модули	Возможная тематика самостоятельной реферативной работы
1.	<b>Модуль 1</b>	Основные требования к конструкциям типовых машин, аппаратов, механизмов, применяемых в химической отрасли
		Перспективные материалы, их свойства и области применения в современном машиностроении при производстве оборудования химической отрасли
2.	<b>Модуль 2</b>	Сравнительный анализ современных смазочных материалов для подвижных соединений промышленного оборудования
		Виброзащита промышленного оборудования
3.	<b>Модуль 3</b>	Влияние температуры, скорости нагружения и других факторов на механические свойства материала типовых деталей машин
		Основные гипотезы и допущения сопротивления материалов
		Экспериментальное определение механических характеристик (твёрдости, ударной вязкости, временного сопротивления и др.) типовых конструкционных материалов для оборудования химической отрасли
4.	<b>Модуль 4</b>	Современные методы по снижению трения и изнашивания деталей промышленного оборудования
		Контактные и бесконтактные методы уплотнения подшипниковых узлов
5.	<b>Модуль 5</b>	Основные направления повышения надежности и эффективности современных передаточных механизмов
		Сравнительный анализ неподвижных разъемных соединений типовых конструкций

Оценивание в этом случае осуществляется путем устного опроса, проводится по содержанию и качеству выполненного реферата. При отрицательных результатах по формам текущего контроля и (или) наличии пропусков преподаватель проводит с обучающимся индивидуальную работу по ликвидации задолженности.

Текущий контроль успеваемости осуществляется с использованием модульно-рейтинговой системы обучения и оценки текущей успеваемости обучающихся в соответствии с СТО СМК 02.102-2012.

## **7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **7.1. Основная литература:**

1. Краткий курс прикладной механики : учебное пособие по программе дисциплины "Прикладная механика" / Тверской гос. техн. ун-т ; сост.: А.А. Митюрёв, В.В. Гараников, Н.М. Пузырёв, А.П. Панасенков. - Тверь :

- ТвГТУ, 2018. - 259 с. - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-7995-0956-9 : [б.ц.]. - (ID=130979-74)
2. Краткий курс прикладной механики : учеб. пособие / Тверской гос. техн. ун-т ; сост.: А.А. Митюрёв, В.В. Гараников, Н.М. Пузырёв, А.П. Панасенков. - Тверь : ТвГТУ, 2018. - Сервер. - Текст : электронный. - ISBN 978-5-7995-0956-9 : 0-00. - URL: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/99287> . - (ID=99287-1)
  3. Прикладная механика : учебник для вузов / В.В. Джамай [и др.]; под редакцией В.В. Джамай. - 2-е изд. ; доп. и испр. - Москва : Юрайт, 2022. - (Высшее образование). - Образовательная платформа Юрайт. - Текст : электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 07.07.2022. - ISBN 978-5-534-14640-0. - URL: <https://urait.ru/book/prikladnaya-mehanika-498831> . - (ID=118593-0)
  4. Феодосьев, В.И. Сопротивление материалов : учебник для вузов / В.И. Феодосьев. - 15-е изд. ; испр. - Москва : Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2018. - ЦОР IPR SMART. - Текст : электронный. - ISBN 978-5-7038-4819-7. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/93896.html> . - (ID=150548-0)
  5. Иванов, М.Н. Детали машин : учебник для вузов / М.Н. Иванов, В.А. Финогенов. - 16-е изд. ; доп. и испр. - Москва : Юрайт, 2022. - (Высшее образование). - Образовательная платформа Юрайт. - Текст : электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 03.10.2022. - ISBN 978-5-534-12191-9. - URL: <https://urait.ru/book/detali-mashin-467730> . - (ID=151060-0)

## **7.2. Дополнительная литература:**

1. Иосилевич, Г.Б. Прикладная механика : учебник для машиностроит. спец. вузов / Г.Б. Иосилевич, Г.Б. Строганов, Г.С. Маслов; под ред. Г.Б. Иосилевича. - Москва : Высшая школа, 1989. - 351 с. - Текст : непосредственный. - ISBN 5-06-000090-7 : 1 р. 30 к. - (ID=93515-140)
2. Теория механизмов и механика машин : учебник для вузов по машиностроит. спец. / К.В. Фролов [и др.]; под ред. Г.А. Тимофеева. - 6-е изд. ; испр. и доп. - М. : Московский гос. техн. ун-т им. Н.Э. Баумана, 2009. - 687 с. - (Механика в техническом университете. В 8 т. Т. 5 / отв. ред. К.С. Колесников). - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-7038-3273-8 (Т. 5) : 330 р. - (ID=82199-19)
3. Гараников, В.В. Механика. Основы сопротивления материалов : учеб. пособие / В.В. Гараников; Тверской гос. техн. ун-т. - 1-е изд. - Тверь : ТвГТУ, 2010. - 104 с. - Библиогр.: с. 101. - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-7995-0515-8 : 74 р. 40 к. - (ID=81038-68)

4. Гараников, В.В. Механика. Основы сопротивления материалов : учеб. пособие : в составе учебно-методического комплекса / В.В. Гараников; Тверской гос. техн. ун-т, Каф. СМТУиП. - 1-е изд. - Тверь : ТвГТУ, 2010. - (УМК-У). - [Сервер](#). - Текст : электронный. - 0-00. - (ID=81122-1)
5. Горленко, О.А. Прикладная механика: триботехнические показатели качества машин : учебное пособие для вузов / О.А. Горленко, В.П. Тихомиров, Г.А. Бишутин. - 2-е изд. ; перераб. и доп. - Москва : Юрайт, 2022. - (Высшее образование). - Образовательная платформа Юрайт. - Текст : электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 07.07.2022. - ISBN 978-5-534-02382-4. - URL: <https://urait.ru/bcode/491962> . - (ID=146689-0)
6. Курсовое проектирование по прикладной механике : учебное пособие. Ч. 1 : Основы теории механизмов и машин. Основы сопротивления материалов / Тверской гос. техн. ун-т ; сост.: А.А. Митюрёв, В.В. Гараников, Н.М. Пузырёв, О.В. Дорогов. - Тверь : ТвГТУ, 2019. - 123 с. - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-7995-1015-2 : [б.ц.]. - (ID=134113-63)
7. Курсовое проектирование по прикладной механике : учеб. пособие. Ч. 1 : Основы теории механизмов и машин. Основы сопротивления материалов / Тверской гос. техн. ун-т ; сост.: А.А. Митюрёв, В.В. Гараников, Н.М. Пузырёв, О.В. Дорогов. - Тверь : ТвГТУ, 2019. - Сервер. - Текст : электронный. - ISBN 978-5-7995-1015-2 : 0-00. - URL: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/133895> . - (ID=133895-1)
8. Курсовое проектирование по прикладной механике : учебное пособие. Ч. 2 : Основы конструирования и расчета деталей механизмов и машин / Тверской гос. техн. ун-т ; сост.: А.А. Митюрёв, В.В. Гараников, Н.М. Пузырёв, О.В. Дорогов. - Тверь : ТвГТУ, 2020. - 211 с. - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-7995-1015-2 : 567 р. 75 к. - (ID=137218-67)
9. Курсовое проектирование по прикладной механике : учебное пособие. Ч. 2 : Основы конструирования и расчета деталей механизмов и машин / Тверской гос. техн. ун-т ; составители: А.А. Митюрёв, В.В. Гараников, Н.М. Пузырёв, О.В. Дорогов. - Тверь : ТвГТУ, 2020. - Сервер. - Текст : электронный. - ISBN 978-5-7995-1015-2 : 0-00. - URL: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/137345> . - (ID=137345-1)

### 7.3. Методические материалы

1. Лабораторный практикум по прикладной механике : учебное пособие для вузов / Тверской государственный технический университет ; составители: А.А. Митюрёв, Н.М. Пузырёв, В.В. Гараников, В.И. Цюпа, О.В. Дорогов. - Тверь : ТвГТУ, 2021. - 123 с. - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-7995-1136-4 : 358 р. 25 к. - (ID=139914-62)
2. Лабораторный практикум по прикладной механике : учебное пособие / Тверской государственный технический университет ; составители: А.А. Митюрёв, Н.М. Пузырёв, В.В. Гараников, В.И. Цюпа, О.В. Дорогов. - Тверь : ТвГТУ, 2021. - Сервер. - Текст : электронный. - ISBN 978-5-7995-

- 1136-4 : 0-00. - URL:  
<https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/138752> . - (ID=138752-1)
3. Гараников В.В. Механика. Курсовые и лабораторные задания: учеб. пособие / В.В. Гараников; Тверской гос. техн. ун-т. 2-е изд.; доп. и перераб. Тверь: ТвГТУ, 2014. 88 с.: ил. – Текст : непосредственный. – ISBN 978-5-7995-0727-5: [б. ц.]. – (ID=105409-74)
  4. Гараников, В.В. Руководство к решению курсовых задач по курсам "Техническая механика", "Прикладная механика" (раздел "Сопротивление материалов") : учеб. пособие / В.В. Гараников, В.В. Щелин; Тверской гос. техн. ун-т. - 1-я ред. - Тверь : ТвГТУ, 2012. - 75 с. : ил. - Сервер. - Текст : непосредственный. - Текст : электронный. - ISBN 978-5-7995-0618-6 : [б. ц.]. - URL: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/94704> . - (ID=94704-76)
  5. Экзаменационные билеты по курсу "Прикладная механика" : в составе учебно-методического комплекса / Каф. Техническая механика ; сост. В.В. Гараников. - Тверь, 2017. - (УМК-Э). - Сервер. - Текст : электронный. - URL: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/119918> . - (ID=119918-0)
  6. Рейтинг-план дисциплины дисциплины "Прикладная механика", курс 2, семестр 3, 2011/2012 учебный год : в составе учебно-методического комплекса / Каф. Техническая механика. - Тверь, 2017. - (УМК-ПЛ). - Сервер. - Текст : электронный. - URL: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/119920> . - (ID=119920-0)
  7. Курсовые работы по дисциплине "Прикладная механика" : в составе учебно-методического комплекса / Каф. Техническая механика. - Тверь, 2017. - (УМК-ЛР). - Сервер. - Текст : электронный. - URL: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/119912> . - (ID=119912-0)
  8. Вопросы к экзамену по дисциплине "Прикладная механика" : в составе учебно-методического комплекса / Каф. Техническая механика. - Тверь, 2017. - (УМК-ДМ). - Сервер. - Текст : электронный. - URL: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/119919> . - (ID=119919-0)
  9. Приложение к рабочей программе дисциплины вариативной части Блока 1 "Прикладная механика". Направления подготовки бакалавров 19.03.01 Биотехнология. Профиль - Промышленная биотехнология. Заочная форма обучения. Семестр 4, 5 : в составе учебно-методического комплекса / Каф. Техническая механика. - Тверь, 2016. - (УМК-ПП). - Сервер. - Текст : электронный. - URL: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/119910> . - (ID=119910-0)
  10. Прикладная механика : раб. программа, задания на курсовое проектирование и контрольные работы для студентов энерг. спец. / Тверской гос. техн. ун-т, Каф. ТМ ; сост. В.И. Цюпа. - Тверь : ТвГТУ, 2009. - Сервер. - Текст : электронный. - 0-00. - URL: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/76764> . - (ID=76764-1)

11. Прикладная механика : раб. программа, задания на курсовое проектирование и контрольные работы для студентов энерг. спец. / Тверской гос. техн. ун-т, Каф. ТМ ; сост. В.И. Цюпа. - Тверь : ТвГТУ, 2009. - 20 с. : ил. - Текст : непосредственный. - 9 р. 50 к. - (ID=76462-67)
12. Учебно-методический комплекс дисциплины "Прикладная механика".  
Направление подготовки 12.03.01 Приборостроение, Направленность (профиль): Информационно-измерительная техника и технологии.  
Направление подготовки 12.03.04 Биотехнические системы и технологии, Направленность (профиль): Инженерное дело в медико-биологической практике.  
Направление подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, Направленность (профиль) : Электроснабжение.  
Направление подготовки 18.03.01 Химическая технология, Направленность (профиль): Химическая технология высокомолекулярных соединений. Направленность (профиль): Химическая технология синтетических биологически активных веществ.  
Направление подготовки 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии, Направленность (профиль) : Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов.  
Направление подготовки 19.03.01 Биотехнология, Направленность (профиль): Промышленная биотехнология : ФГОС 3++ / Каф. Техническая механика. - 2022. - (УМК). - Текст : электронный. - 0-00. - URL: <https://elibr.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/119898> . - (ID=119898-1)

#### **7.4. Программное обеспечение по дисциплине**

Операционная система Microsoft Windows: лицензии № ICM-176609 и № ICM-176613 (Azure Dev Tools for Teaching).

Microsoft Office 2007 Russian Academic: OPEN No Level: лицензия № 41902814.

Свободно распространяемая среда программирования Octave.

WPS Office: MPL 1.1/GPL 2.0/LGPL 2.1.

Libre Office: MPL 2.0. LMS Moodle: GPL 3.0.

#### **7.5. Специализированные базы данных, справочные системы, электронно-библиотечные системы, профессиональные порталы в Интернет**

ЭБС и лицензионные ресурсы ТвГТУ размещены:

1. Ресурсы: <https://lib.tstu.tver.ru/header/obr-res>
2. ЭК ТвГТУ: <https://elibr.tstu.tver.ru/MegaPro/Web>
3. ЭБС "Лань": <https://e.lanbook.com/>
4. ЭБС "Университетская библиотека онлайн": <https://www.biblioclub.ru/>
5. ЭБС «IPRBooks»: <https://www.iprbookshop.ru/>

6. Электронная образовательная платформа "Юрайт" (ЭБС «Юрайт»): <https://urait.ru/>
7. Научная электронная библиотека eLIBRARY: <https://elibrary.ru/>
8. Информационная система "ТЕХНОРМАТИВ". Конфигурация "МАКСИМУМ": сетевая версия (годовое обновление): [нормативно-технические, нормативно-правовые и руководящие документы (ГОСТы, РД, СНиПы и др.]. Диск 1, 2, 3, 4. – М.: Технорматив, 2014. – (Документация для профессионалов). – CD. - Текст : электронный. – 119600 р. – (105501-1)
9. База данных учебно-методических комплексов: <https://lib.tstu.tver.ru/header/umk.html>

УМК размещен: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/119898>

## 8. Материально-техническое обеспечение

### Кафедра технической механики имеет:

три лаборатории для реализации практикума по прикладной механике; специализированный учебный класс для проведения компьютерных практикумов и самостоятельной работы студентов по курсу «Прикладной механики», оснащенный современной компьютерной и офисной техникой, необходимым программным обеспечением, электронными учебными пособиями и законодательно-правовой поисковой системой, имеющий безлимитный выход в Интернет;

специализированную аудиторию для проведения презентаций студенческих работ, оснащенную аудиовизуальной техникой.

В табл. 5 представлен рекомендуемый перечень материально-технического обеспечения лабораторного и компьютерного практикума по дисциплине.

**Таблица 5.** Рекомендуемое материально-техническое обеспечение дисциплины

№	Рекомендуемое материально-техническое обеспечение дисциплины
	<b>Компьютерное и программное обеспечение</b>
1.	Компьютерный класс, оснащенный электронной законодательно-правовой базой (Консультант или Гарант), электронными учебно-методическими пособиями

## 9. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

### 9.1. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации в форме экзамена

1. Шкала оценивания промежуточной аттестации в форме экзамена – «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».
2. Виды критериев уровня сформированности компетенций:

Допуск до экзамена (бинарный критерий) – «допущен» или «не допущен». Показателем является выполнение всех контрольных мероприятий по текущему контролю успеваемости.

Критерии оценки и ее значения для категории «знать» (количественный критерий):

ниже базового – 0 баллов.

базовый уровень (репродуктивные знания) – 1 балл.

повышенный уровень (продуктивные знания) – 2 балла.

Критерии оценки и ее значение для категории «уметь» (бинарный критерий):

отсутствие умения – 0 баллов.

наличие умения – 2 балла.

3. Вид экзамена – письменный экзамен.

4. Форма экзаменационного билета.

Билет соответствует утвержденной Положением о рабочих программах дисциплин, соответствующих ФГОС ВО форме. Типовой образец экзаменационного билета приведен в Приложении 2. Обучающемуся даётся право выбора заданий из числа, содержащихся в билете, принимая во внимание оценку, на которую он претендует.

С целью повышения ответственности обучающегося за результат экзамена устанавливаются следующие требования:

частично правильные ответы с дробными баллами не предусмотрены;

верное выполнение задания (решения задачи) не допускает любых погрешностей по существу задания.

5. Критерии оценки за экзамен:

«отлично» – при сумме баллов 5 или 6;

«хорошо» – при сумме баллов 4;

«удовлетворительно» – при сумме баллов 3;

«неудовлетворительно» – при сумме баллов 0, 1 или 2.

6. База заданий, предназначенных для предъявления студентам на экзамене.

Число экзаменационных билетов – 20. Число вопросов (заданий) в экзаменационном билете – 4.

База заданий предъявляемая обучающимся на экзамене:

1. Условия нормальной работы деталей, механизмов и машин.
2. Главные критерии работоспособности деталей машин: прочность, жесткость, износостойкость, теплостойкость, виброустойчивость.
3. Общая характеристика конструкционных материалов. Требования, предъявляемые к материалам.
4. Важнейшие металлы и сплавы, их свойства и области применения в современном машиностроении при производстве оборудования для химической отрасли.

5. Структура и классификация механизмов. Звено, кинематическая пара, кинематическая цепь, механизм, структурная группа рычажного механизма. Степень подвижности механизма.
6. Разложение рычажных механизмов на структурные группы. Класс механизма. Избыточные связи, лишние степени свободы.
7. Кинематический анализ механизмов. Цели, задачи и методы кинематического анализа механизмов.
8. Графоаналитический метод: преимущества и недостатки, последовательность проведения, свойства планов скоростей и планов ускорения. Теорема подобия.
9. Силовой анализ механизмов. Цели, задачи и методы силового анализа. Метод планов сил.
10. Последовательность силового анализа характерных структурных групп рычажных механизмов и начального механизма.
11. Опоры валов и осей. Общие требования к конструкциям опор и осей. Подшипники скольжения и качения, их сравнительный анализ, особенности применения.
12. Методы установки подшипников качения. Шарнирно-подвижные и шарнирно-неподвижные опоры.
13. Методы смазки и смазочные устройства подшипниковых узлов.
14. Контактные и бесконтактные уплотнительные устройства валов.
15. Реальный объект и расчетная схема. Внешние и внутренние силы. Определение внутренних сил. Метод сечений. Эпюры внутренних усилий.
16. Понятие о напряжении и напряженном состоянии. Перемещения и деформации.
17. Общие принципы расчета типовых элементов конструкций. Расчёты на прочность при растяжении – сжатии. Статически определимые и статически неопределимые системы.
18. Удлинения стержня и закон Гука. Условия прочности. Диаграмма растяжений и ее использование для определения механических характеристик материалов. Коэффициент запаса прочности.
19. Жесткость деталей машин. Условия жесткости. Методы обеспечения объемной и контактной жесткости типовых деталей машин. Расчеты на жесткость.
20. Пути повышения качества, надежности и долговечности деталей машин и аппаратов.
21. Трение и износ в машинах, аппаратах и механизмах. Виды трения и износа. Методы оценки износа деталей машин.
22. Особенности дискретного контактного взаимодействия в сопряжениях деталей. Оценка качества поверхности. Влияние качества поверхности на герметичность, теплопроводность и электропроводность соединений деталей.
23. Гипотеза о двойственной природе трения. Роль смазки в снижении трения и изнашивания деталей машин.

24. Подшипники скольжения и подпятники: назначение, типы, область применения, разновидности конструкций, материалы для их изготовления, характерные дефекты при эксплуатации.
  25. Подшипники качения: общие сведения, классификация и область применения, разновидности конструкций, материалы для их изготовления, виды разрушения при эксплуатации. Система обозначения подшипников качения.
  26. Передачи мощности и передаточные механизмы. Классификация передач. Основные кинематические и силовые отношения в передачах. Механизмы преобразования одного вида движения в другой. Сравнительный анализ механических передач.
  27. Зубчатые передачи. Общие сведения и классификация зубчатых передач. Виды разрушения зубьев. Критерии работоспособности, основные методы повышения ресурса.
  28. Червячные передачи. Общие сведения, устройство передачи, материалы, область применения, достоинства и недостатки. Виды повреждения передачи. Методы борьбы с изнашиванием, выкрашиванием и заеданием зубьев червячных колес. Основные критерии работоспособности червячных передач.
  29. Ременные передачи. Классификация, конструкция, геометрия передач, кинематические соотношения, КПД. Устройства для натяжения ремня. Передачи зубчатым ремнем.
  30. Цепные передачи. Конструкции приводных цепей. Основные геометрические и кинематические соотношения в передаче. Критерии работоспособности. Материалы цепей. Натяжение, смазывание, картеры.
  31. Неразъемные соединения (сварные, паяные, клеевые и заклепочные соединения и соединения с натягом). Особенности конструкции, области применения, сравнительный анализ неразъемных соединений.
  32. Разъемные соединения (резьбовые, штифтовые, шпоночные, шлицевые соединения). Особенности конструкции, области применения, сравнительный анализ разъемных соединений. Расчет по главным критериям работоспособности болтового соединения.
  33. Резьбовые соединения. Классификация резьбовых соединений. Конструкции резьбовых соединений (болты, винты, шпильки, гайки, шайбы). Материалы резьбовых соединений. Способы стопорения резьбовых соединений. Инструменты для отвинчивания и завинчивания.
  34. Муфты приводов. Классификация муфт. Краткие сведения о выборе и расчете муфт.
7. Методические материалы, определяющие процедуру проведения экзамена.

Продолжительность экзамена – 60 минут.

При ответе на вопросы экзамена допускается использование справочными данными, методическими указаниями по выполнению курсовых и лабораторных заданий, ГОСТами.

Пользование различными техническими устройствами не допускается. При желании студента покинуть пределы аудитории во время экзамена экзаменационный билет сдается преподавателю и после его возвращения заменяется.

Преподаватель имеет право после проверки письменных ответов на экзаменационные вопросы задавать студенту в устной форме уточняющие вопросы в рамках содержания экзаменационного билета, выданного студенту.

Иные нормы, регламентирующие процедуру проведения экзамена, представлены в Положении о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов, утвержденном ректором ТвГТУ 11 апреля 2014 г.

## **9.2. Оценочные средства промежуточной аттестации в форме зачета**

1. Шкала оценивания промежуточной аттестации – «зачтено», «не зачтено».

2. Вид промежуточной аттестации в форме зачета.

Вид промежуточной аттестации устанавливается преподавателем:

по результатам текущего контроля знаний обучающегося без дополнительных контрольных испытаний или с выполнением дополнительного итогового контрольного испытания при наличии у студентов задолженностей в текущем контроле.

3. Для дополнительного итогового контрольного испытания студенту в обязательном порядке предоставляется:

база заданий, предназначенных для предъявления обучающемуся на дополнительном итоговом контрольном испытании. Типовой образец задания приведен в Приложении 1. Задание выполняется письменно;

методические материалы, определяющие процедуру проведения дополнительного итогового испытания и проставления зачёта.

Критерии выполнения контрольного испытания и условия проставления зачёта:

для категории «знать» (бинарный критерий):

ниже базового – 0 баллов.

базовый уровень – 2 балл.

Критерии оценки и ее значение для категории «уметь» (бинарный критерий):

отсутствие умения – 0 баллов.

наличие умения – 2 балл.

Критерии итоговой оценки за зачет:

«зачтено» – при сумме баллов 4 или 6;

«не зачтено» – при сумме баллов 0 или 2.

Число заданий для дополнительного контрольного испытания – 20.

Число вопросов – 3 (2 вопроса для категории «знать» и 1 вопрос для категории «уметь»).

Продолжительность – 60 минут.

4. При промежуточной аттестации без выполнения дополнительного итогового контрольного испытания студенту в обязательном порядке описываются критерии проставления зачёта:

«зачтено» выставляется обучающемуся при условии выполнения им всех контрольных мероприятий, выполнения и защиты всех лабораторных работ.

Перечень вопросов дополнительного итогового контрольного испытания:

1. Условия нормальной работы деталей, механизмов и машин.
2. Главные критерии работоспособности деталей машин: прочность, жесткость, износостойкость, теплостойкость, виброустойчивость.
3. Общая характеристика конструкционных материалов. Требования, предъявляемые к материалам.
4. Важнейшие металлы и сплавы, их свойства и области применения в современном машиностроении при производстве оборудования для химической отрасли.
5. Структура и классификация механизмов. Звено, кинематическая пара, кинематическая цепь, механизм, структурная группа рычажного механизма. Степень подвижности механизма.
6. Разложение рычажных механизмов на структурные группы. Класс механизма. Избыточные связи, лишние степени свободы.
7. Кинематический анализ механизмов. Цели, задачи и методы кинематического анализа механизмов.
8. Графоаналитический метод: преимущества и недостатки, последовательность проведения, свойства планов скоростей и планов ускорения. Теорема подобия.
9. Силовой анализ механизмов. Цели, задачи и методы силового анализа. Метод планов сил.
10. Последовательность силового анализа характерных структурных групп рычажных механизмов и начального механизма.
11. Опоры валов и осей. Общие требования к конструкциям опор и осей. Подшипники скольжения и качения, их сравнительный анализ, особенности применения.
12. Методы установки подшипников качения. Шарнирно-подвижные и шарнирно-неподвижные опоры.
13. Методы смазки и смазочные устройства подшипниковых узлов.
14. Контактные и бесконтактные уплотнительные устройства валов.
15. Реальный объект и расчетная схема. Внешние и внутренние силы. Определение внутренних сил. Метод сечений. Эпюры внутренних усилий.
16. Понятие о напряжении и напряженном состоянии. Перемещения и деформации.
17. Общие принципы расчета типовых элементов конструкций. Расчёты на прочность при растяжении – сжатии. Статически определимые и статически неопределимые системы.

18. Удлинения стержня и закон Гука. Условия прочности. Диаграмма растяжений и ее использование для определения механических характеристик материалов. Коэффициент запаса прочности.
19. Жесткость деталей машин. Условия жесткости. Методы обеспечения объемной и контактной жесткости типовых деталей машин. Расчеты на жесткость.
20. Пути повышения качества, надежности и долговечности деталей машин и аппаратов.
21. Трение и износ в машинах, аппаратах и механизмах. Виды трения и износа. Методы оценки износа деталей машин.
22. Особенности дискретного контактного взаимодействия в сопряжениях деталей. Оценка качества поверхности. Влияние качества поверхности на герметичность, теплопроводность и электропроводность соединений деталей.
23. Гипотеза о двойственной природе трения. Роль смазки в снижении трения и изнашивания деталей машин.
24. Подшипники скольжения и подпятники: назначение, типы, область применения, разновидности конструкций, материалы для их изготовления, характерные дефекты при эксплуатации.
25. Подшипники качения: общие сведения, классификация и область применения, разновидности конструкций, материалы для их изготовления, виды разрушения при эксплуатации. Система обозначения подшипников качения.
26. Передатки мощности и передаточные механизмы. Классификация передач. Основные кинематические и силовые отношения в передачах. Механизмы преобразования одного вида движения в другой. Сравнительный анализ механических передач.
27. Зубчатые передачи. Общие сведения и классификация зубчатых передач. Виды разрушения зубьев. Критерии работоспособности, основные методы повышения ресурса.
28. Червячные передачи. Общие сведения, устройство передачи, материалы, область применения, достоинства и недостатки. Виды повреждения передачи. Методы борьбы с изнашиванием, выкрашиванием и заеданием зубьев червячных колес. Основные критерии работоспособности червячных передач.
29. Ременные передачи. Классификация, конструкция, геометрия передач, кинематические соотношения, КПД. Устройства для натяжения ремня. Передачи зубчатым ремнем.
30. Цепные передачи. Конструкции приводных цепей. Основные геометрические и кинематические соотношения в передаче. Критерии работоспособности. Материалы цепей. Натяжение, смазывание, картеры.
31. Неразъемные соединения (сварные, паяные, клеевые и заклепочные соединения и соединения с натягом). Особенности конструкции, области применения, сравнительный анализ неразъемных соединений.

32. Разъемные соединения (резьбовые, штифтовые, шпоночные, шлицевые соединения). Особенности конструкции, области применения, сравнительный анализ разъемных соединений. Расчет по главным критериям работоспособности болтового соединения.
33. Резьбовые соединения. Классификация резьбовых соединений. Конструкции резьбовых соединений (болты, винты, шпильки, гайки, шайбы). Материалы резьбовых соединений. Способы стопорения резьбовых соединений. Инструменты для отвинчивания и завинчивания.
34. Муфты приводов. Классификация муфт. Краткие сведения о выборе и расчете муфт.

### 9.3. Фонд оценочных средств промежуточной аттестации в форме курсовой работы

1. Шкала оценивания курсовой работы – «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

2. Тема курсовой работы: «Кинематический и силовой анализ рычажного механизма».

Курсовая работа выполняется по вариантам, которая выдается преподавателям в установленные программой сроки. В курсовой работе содержатся 4-6 заданий.

3. Критерии оценки качества выполнения, как по отдельным разделам курсовой работы, так и работы в целом приведены в таблице 6.

**Таблица 6.** Разделы курсовой работы по дисциплине «Прикладная механика»

№ раздела	Наименование раздела	Баллы по шкале уровня
1.	Построение плана скоростей плоского рычажного механизма	Выше базового – 3 Базовый – 1 Ниже базового – 0
2.	Построение плана ускорений плоского рычажного механизма	Выше базового – 3 Базовый – 1 Ниже базового – 0
3.	Силовой анализ плоского рычажного механизма. Построение планов сил	Выше базового – 4 Базовый – 2 Ниже базового – 0
4.	Расчеты на прочность и жесткость статически определимых и статически неопределимых систем при растяжении-сжатии. Построение эпюр внутренних усилий	Выше базового – 6 Базовый – 3 Ниже базового – 0

Критерии итоговой оценки за курсовую работу:

«отлично» – при сумме баллов от 14 до 16;

«хорошо» – при сумме баллов от 11 до 13;

«удовлетворительно» – при сумме баллов от 8 до 10;

«неудовлетворительно» – при сумме баллов менее 7, а также при любой другой сумме, если по разделам «1, 2, 3», работа имеет 0 баллов.

4. Методические материалы, определяющие процедуру выполнения и представления работы и технологию её оценивания.

Требования и методические указания по структуре, содержанию и выполнению работы, а также критерии оценки, оформлены в качестве отдельно выпущенного на кафедре ТМ документа.

Проверку и оценку работы осуществляет руководитель, который доводит до сведения обучающегося достоинства и недостатки курсовой работы и ее оценку.

Оценка проставляется в зачётную книжку обучающегося и ведомость для курсовой работы. Если обучающийся не согласен с оценкой руководителя, проводится защита работы перед комиссией, которую назначает заведующий кафедрой.

Защита курсовой работы проводится в течение двух последних недель семестра и выполняется в форме устной защиты в виде доклада на 5–7 минут с последующим ответом на поставленные вопросы, в ходе которых выясняется глубина знаний студента и самостоятельность выполнения работы.

Курсовая работа не подлежит обязательному рецензированию.

В процессе выполнения обучающимся курсовой работы руководитель осуществляет систематическое консультирование.

Курсовая работа оформляется согласно ГОСТ 7.32-2001 «Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления».

Нумерация страниц курсовой работы должна быть сквозной. Первой страницей является титульный лист, на нем номер страницы не ставится, второй – содержание и т.д. Номер страницы проставляется арабскими цифрами снизу страницы, посередине. Приложения необходимо включать в сквозную нумерацию.

Курсовые работы хранятся на кафедре в течение трех лет.

## **10. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины**

Студенты перед началом изучения дисциплины ознакомлены с системами единиц и балльно-рейтинговой оценки, которые должны быть опубликованы и размещены на сайте вуза или кафедры.

В учебный процесс внедрена субъект-субъектная педагогическая технология, при которой в расписании каждого преподавателя должно определяться время консультаций студентов по закреплённому за ним модулю дисциплины.

Студенты, изучающие дисциплину, обеспечиваются электронными изданиями или доступом к ним, учебно-методическим комплексом по дисциплине. Методические материалы по дисциплине, включая методические указания по выполнению лабораторных работ, должны содержаться на сайте кафедры.

## **11. Внесение изменений и дополнений в рабочую программу дисциплины**

Кафедра ежегодно обновляет содержание рабочих программ дисциплин, которые оформляются протоколами заседаний дисциплин, форма которых утверждена Положением о рабочих программ дисциплин, соответствующих ФГОС ВО.

**Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Тверской государственный технический университет»**

Направление подготовки бакалавров **19.03.01 Биотехнология**

Профиль подготовки – **Промышленная биотехнология**

Кафедра «Технической механики».

Дисциплина «Прикладная механика»

Семестр 5

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ИТОГОВОГО  
КОНТРОЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ №\_1\_\_**

1. Вопрос для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0 или 2 балла:

**Структура и классификация механизмов. Звено, кинематическая пара, кинематическая цепь, механизм, структурная группа рычажного механизма. Степень подвижности механизма.**

2 Задание для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0 или 2 балла:

**Подшипники качения: общие сведения, классификация и область применения, разновидности конструкций, материалы для их изготовления, виды разрушения при эксплуатации. Система обозначения подшипников качения.**

3.Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» – 0 или 2 балла:

**По построенным диаграммам определить основные механические характеристики конструкционных материалов.**

**Критерии итоговой оценки за зачет:**

«зачтено» – при сумме баллов 4 или 6;

«не зачтено» – при сумме баллов 0 или 2.

Составитель: к.т.н., доцент

\_\_\_\_\_ А.А. Митюрёв

Заведующий кафедрой ТМ: д.т.н., профессор

\_\_\_\_\_ В.В. Гараников

**Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Тверской государственный технический университет»**

Направление подготовки бакалавров **19.03.01 Биотехнология**

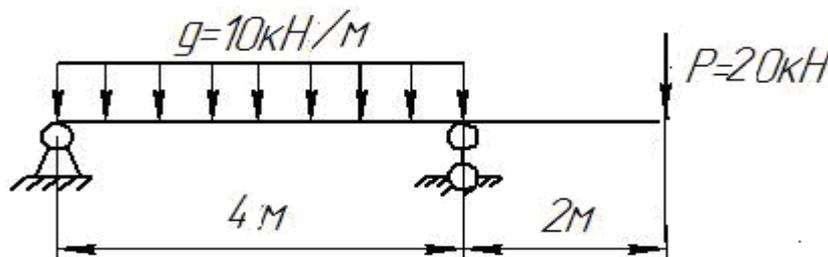
Профиль подготовки – **Промышленная биотехнология**

Кафедра «Технической механики». Дисциплина «Прикладная механика»

Семестр 3

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №1**

1. Вопрос для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0 или 1, или 2 балла:  
**Главные критерии работоспособности деталей машин – прочность, жесткость, виброустойчивость, износостойкость, теплостойкость.**
2. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» – 0 или 2 балла:  
**Построить эпюры внутренних усилий для представленной расчетной схемы балки.**



3. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» – 0 или 2 балла:  
**План ускорений и его свойства. Рассмотреть на примере кривошипно-ползунного механизма.**
4. Задание для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0 или 1, или 2 балла:  
**Какие мероприятия можно осуществить для уменьшения материалоемкости для представленной схемы задания 2.**

**Критерии итоговой оценки за экзамен:**

«отлично» – при сумме баллов 5 или 6;

«хорошо» – при сумме баллов 4;

«удовлетворительно» – при сумме баллов 3;

«неудовлетворительно» – при сумме баллов 0, 1 или 2.

Составитель: к.т.н., доцент \_\_\_\_\_ А.А. Митюрёв

Заведующий кафедрой ТМ: д.т.н., профессор \_\_\_\_\_ В.В. Гаранников