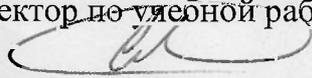


**Учреждение образования
«Белорусский государственный технологический университет»**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе БГТУ


С.А. Касперович

« 06 » 06 2016 г.

Регистрационный № УД- 433 /уч.

**Теория механизмов и машин
Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности:**

1-36 07 01 «Машины и аппараты химических производств и предприятий
строительных материалов»

2016 г.

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта высшего образования специальности 1-36 07 01 «Машины и аппараты химических производств и предприятий строительных материалов».

СОСТАВИТЕЛЬ:

Д.В. Гапанюк, доцент кафедры теоретической механики учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет», кандидат физико-математических наук.

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

П.Е. Вайтехович – заведующий кафедрой машин и аппаратов химических и силикатных производств учреждения образования «Белорусский технологический университет, профессор, доктор технических наук;

А.Н. Камлюк – заместитель начальника ГУО «Командно-инженерный институт МЧС Республики Беларусь», доцент, кандидат физ.-мат. наук.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой теоретической механики учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет» (протокол № 9 от 31 марта 2015 г.)

Методической комиссией факультета химической технологии и техники УО БГТУ (протокол № 9 от 20.05.2015 г.)

1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

1.1. Актуальность, цель и задачи преподавания и изучения учебной дисциплины

Являясь фундаментальной общеинженерной дисциплиной, курс теории механизмов и машин определяет методы и подходы, на основании которых осуществляется современное проектирование и создание новых машин и механизмов. Задачи преподавания состоят в изложении и привитии всех существующих подходов, которые можно применить при реализации процессов проектирования, обеспечивающих оптимальные режимы работы разнообразных устройств и машин. Практическая значимость и актуальность курса в том, что здесь даются подходы, на основании которых можно принимать инженерные решения касающиеся вопросов проектирования и работы машин.

Целью курса «Теория машин и механизмов» является продолжение фундаментальной подготовки будущих инженеров-механиков в области механических явлений для успешного перехода к усвоению специальных предметов и для использования в дальнейшей деятельности.

Задачи курса: 1. Получение навыков в построении динамических моделей, отражающих основные свойства реальных машин.

2. Получение навыков в аналитическом описании построенных моделей с помощью нелинейных дифференциальных уравнений.

3. Знакомство с расчетными методами позволяющими получить приближенные аналитические решения нелинейных дифференциальных уравнений и провести анализ их решений.

1.2. Требования к уровню освоения содержания учебной дисциплины

В результате изучения учебной дисциплины студент должен:

знать:

- основные виды механизмов, их кинематические и динамические характеристики;
- принципы работы отдельных механизмов;
- общие методы кинематического анализа и синтеза механизмов;
- общие методы динамического анализа механизмов;
- основы проектирования типовых механизмов;

уметь:

- составлять расчетные схемы типовых элементов машин и механизмов;
- находить кинематические параметры механизмов графическими и аналитическими методами;
- решать задачи синтеза механизмов по заданным кинематическим и динамическим свойствам;
- решать задачи динамического исследования движения машин;

владеть:

- терминологией основных разделов курса;

- методами определения характеристик и решения уравнений движения простых динамических моделей механизма;
- методами силового анализа рычажных, зубчатых и кулачковых механизмов;
- методикой нахождения кинематических параметров и определения передаточных функций рычажных, зубчатых и кулачковых механизмов;
- навыками построения и анализа кинематических схем машин и механизмов.
- анализировать влияние динамических факторов на поведение устройств в рассматриваемой предметной области;
- проводить необходимые расчеты в рамках курса;.

1.3. Формируемые компетенции

Образовательным стандартом высшего образования предусматривается, что у студента, освоившего курс теории механизмов и машин, должны быть сформированы следующие компетенции:

а) академические компетенции:

АК-1. Уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач.

АК-2. Владеть системным и сравнительным анализом.

АК-3. Владеть исследовательскими навыками.

АК-4. Уметь работать самостоятельно.

АК-6. Владеть междисциплинарным подходом при решении проблем.

АК-7. Иметь навыки, связанные с использованием технических устройств, управлением информацией и работой с компьютером.

АК-9. Уметь учиться, повышать свою квалификацию в течение всей жизни.

б) социально-личностные компетенции:

СЛК-6. Уметь работать в команде.

в) профессиональные компетенции:

ПК-1. Проводить научные исследования и разработки с использованием современных информационных технологий.

ПК-2. Анализировать и объективно оценивать достижения науки и техники в области процессов, машин и аппаратов, перспективы и направления развития.

ПК-10. Владеть современными программными средствами моделирования, расчета и компьютерного проектирования изделий и технологических процессов.

ПК-19. Самостоятельно принимать профессиональные решения с учетом их социальных, экономических и экологических последствий.

ПК-20. Разрабатывать новые образцы технологического оборудования с использованием современных информационных и компьютерных технологий.

1.4 Перечисление дисциплин, освоение которых необходимо для изучения теоретической механики:

№№ пп	Название дисциплины	Раздел (тема)
1.	Высшая Математика	1. Элементы линейной алгебры и аналитической геометрии. 2. Векторная алгебра. 3. Основы дифференциального исчисления. 4. Интегральное исчисление. 5. Дифференциальные уравнения.

1.5. Структура содержания учебной дисциплины

При очной форме обучения учебный план предусматривает для изучения курса «Теория механизмов и машин» 200 учебных часов, из них 104 часа аудиторных занятий на протяжении двух семестров (4 семестр – 36, 5 семестр – 68). Распределение часов по видам занятий следующее: лекций – 52 (4 семестр – 18, 5 семестр – 34), практических – 36 (4 семестр – 18, 5 семестр – 18), лабораторных – 16 (5 семестр). По дисциплине предусмотрено выполнение курсового проекта в 5 семестре. На самостоятельную работу отводится 96 часов. Форма текущей аттестации: 4 семестр – зачет, 5 семестр – экзамен.

2. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

ВВЕДЕНИЕ

Теория механизмов и машин – научная основа создания новых механизмов и машин, автоматизации и механизации производственных процессов. Содержание дисциплины и ее значение для инженерного образования. История развития науки о механизмах и машинах. Связь теории механизмов и машин с другими областями знаний.

Основные этапы проектирования машин. Учет многих критериев и факторов при создании новых машин (производительность, быстродействие, энергопотребление, материалоемкость, точность, надежность и т.п.).

РАЗДЕЛ 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ПО ТЕОРИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН И МЕХАНИЗМОВ

Тема 1.1 Рабочие процессы и машины

Технологические, транспортные, энергетические, информационные рабочие процессы. Машины как системы, осуществляющие механические движения для выполнения механической работы, связанной с реализацией рабочего процесса. Структура машин и машин-автоматов.

Тема 1.2 Основы строения механизмов

Основные понятия: механизм, звено, кинематическая пара. Основные виды механизмов, используемых в машиностроении. Классификация кинематических пар. Кинематические цепи. Обобщенные координаты и число степеней свободы механизма. Структурные и параметрические степени свободы. Структурный синтез и анализ механизмов. Избыточные связи и местные подвижности в механизмах.

РАЗДЕЛ 2. ОБЩИЕ МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КИНЕМАТИЧЕСКИХ И ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК МЕХАНИЗМОВ И МАШИН. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ ЗВЕНЬЕВ МАШИН

Тема 2.1 Моделирование геометрических и кинематических связей в механизмах

Кинематические передаточные функции и их производные (аналоги скоростей и ускорений). Определение кинематических характеристик плоских рычажных механизмов аналитическим методом (метод замкнутых векторных контуров). Кинематический анализ плоских рычажных механизмов графическим методом (построение планов положений, скоростей и ускорений). Особенности кинематики рычажных механизмов с заданным относительным движением звеньев. Определение передаточных отношений фрикционных и зубчатых механизмов с неподвижными осями вращения. Использование численных методов и применение ЭВМ для расчетов кинематических характеристик механизмов.

Тема 2.2 Математическое моделирование и исследование движения машин и механизмов с жесткими звеньями

Силы, действующие в машинах, приборах и других устройствах, и их характеристики. Динамическая и математическая модели машины с одной степенью свободы. Приведение сил и масс. Уравнение движения модели в энергетической и дифференциальной формах. Определение динамических характеристик модели. Режимы движения машин. Определение закона движения звена привода при установившемся и неустановившемся режимах для различных случаев задания внешних сил. Использование численных методов и ЭВМ для решения уравнения движения. Задача ограничения периодических колебаний скорости звена привода при установившемся движении. Определение постоянной составляющей приведенного момента инерции машин по заданному коэффициенту неравномерности движения.

Тема 2.3 Силовой анализ, трение и изнашивание в механизмах

Действие сил в кинематических парах. Метод кинетостатики. Силы инерции звеньев. Условие статической определимости кинематических цепей. Силовой анализ плоских рычажных механизмов аналитическим и графическим методами. Трение в подшипниках и роликовых направляющих качения. Приведенные коэффициенты трения.

Тема 2.4 Уравновешивание масс механизмов

Статическое и динамическое уравновешивание вращающихся звеньев. Различные виды неуравновешенности роторов и ее устранение. Статическая и динамическая балансировки. Определение главного вектора и главного момента сил инерции механизма. Статическое уравновешивание масс плоских рычажных механизмов.

РАЗДЕЛ 3. ПРОЕКТИРОВАНИЕ СХЕМ ОСНОВНЫХ ВИДОВ МЕХАНИЗМОВ

Тема 3.1 Синтез рычажных механизмов

Входные и выходные параметры и этапы синтеза механизмов. Целевые функции, ограничения и дополнительные условия синтеза. Применение методов оптимизации и ЭВМ при синтезе механизмов. Многовариантность решения. Условие существования кривошипа. Синтез по заданным положениям входного и выходного звеньев. Синтез по коэффициенту изменения средней скорости выходного звена. Синтез по заданному ходу и максимальным углам давления.

Тема 3.2 Синтез зубчатых механизмов

Виды зубчатых механизмов и области их применения. Относительное движение звеньев, находящихся в зацеплении. Основная теорема зацепления. Геометрические параметры зубчатых колес. Основные свойства и характеристики эвольвентного зацепления. Подрезание зубьев и условия его отсутствия. Оп-

ределение основных геометрических параметров цилиндрической эвольвентной переости внутреннего зацепления цилиндрических эвольвентных колес.

Тема 3.3. Синтез кулачковых механизмов

Виды и назначение кулачковых механизмов. Этапы синтеза механизмов. Основные параметры кулачковых механизмов. Законы движения выходного звена. Угол давления и его влияние на передачу сил, на размеры и надежность механизмов. Определение основных размеров плоских кулачковых механизмов из условия ограничения угла давления или из условия выпуклости профиля кулачка.

3. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА

Номер раздела, темы, занятия	Наименование раздела, темы, занятия; перечень изучаемых вопросов	Лекции	Практические занятия	Лаб. работа	Самостоят. работа студента	Управл. самостоятельная работа	Форма контроля знаний
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Общие сведения по теории технологических машин и механизмов	8	4	2	24	4	
1.1	Рабочие процессы и машины	2			12	2	
1.2	Теория кинематических пар	2	2		4	2	Защита РГР
1.3	Основы строения механизмов	2			4		
1.4	Структурный анализ механизмов	2	2	2	4		Защита РГР
2	Общие методы определения кинематических и динамических характеристик механизмов и машин. Математическое моделирование движения звеньев машин	22	14	10	40	6	
2.1	Моделирование геометрических и кинематических связей в механизмах	2	2		10	2	
2.2	Математическое моделирование и исследование движения машин и механизмов с жесткими звеньями	2	2	2	2	2	
2.3	Кинематическое исследование рычажных механизмов (построение планов скоростей)	2	2		4		Защита РГР
2.4	Кинематическое исследование рычажных механизмов (построение планов ускоре-	2	2		2		Защита РГР

	ний)						
2.5	Аналитические методы кинематического анализа	2			2		
2.6	Исследование движения машин	2	2	2	4		Защита РГР
2.7	Исследование неустановившегося движения	2			2		
2.8	Силовой анализ	2	2		2		
2.9	Трение и изнашивание в механизмах	2		4	2		
2.10	Уравновешивание масс механизмов	2	2	2	6	2	
2.11	Виброактивность	2			4		
3	Проектирование схем основных видов механизмов	22	18	4	32	4	
3.1	Синтез рычажных механизмов (кривошипно-ползунные механизмы)	2	2		4	1	Защита РГР
3.2	Синтез рычажных механизмов (кривошипно-коромысловые механизмы)	2	2		4		Защита РГР
3.3	Синтез рычажных механизмов (кулисные механизмы)	2	2		2		
3.4	Синтез зубчатых механизмов	2	2	2	2		
3.5	Зубчатые механизмы с неподвижными осями вращения колес (многоступенчатые, рядовые, коробки передач)	2	2		2		
3.6	Зубчатые механизмы с подвижными осями вращения колес. Планетарные механизмы	2	2		42	1	Защита РГР
3.7	Дифференциальные механизмы	2	2				
3.8	Синтез кулачковых механизмов (общие сведения)	2			2		
3.9	Кулачковые механизмы с роликовым тол-	2	2	2	4	2	

	кателем						
3.10	Кулачковые механизмы с тарельчатым толкателем	2	2		4		
3.11	Кулачковые механизмы с качающимся толкателем	2			2		
	Количество часов	52	36	16	96	14	

4. ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

4.1. Перечень основной литературы

1. Артоболевский, И.И. Теория механизмов и машин / И.И. Артоболевский. – М.: Наука, 1988. – 640 с.-119 экз.
2. Теория механизмов и машин / Под общ. Ред. К.В. Фролова. – М.: Высшая школа, 1987. – 496 с. -184 экз
3. Теория механизмов и машин. Сборник заданий к курсовому проекту для студентов заочной формы обучения/ С.А.Борисевич, Д.В. Гапанюк, А.Н. Камлюк, Р.Н.Ласовский. – Минск: УО «Белорусский государственный технологический университет», 2010. – 72 с. -140 экз
4. Курсовое проектирование по теории механизмов и машин / Под общей ред. Г.Н. Девойно. – Минск: Высшэйшая школа, 1986. – 285 с. -182 экз
5. Попов, С.А. Курсовое проектирование по теории механизмов и машин / С.А. Попов, Г.А. Тимофеев. – М.: Высшая школа, 2002. – 351с. -35 экз
6. Теория механизмов и машин.. Методические указания к выполнению лабораторных работ для студентов инженерно-технических специальностей очной и заочной форм обучения/ С.А.Борисевич, Д.В.Гапанюк, Р.Н.Ласовский. – - Минск: УО «Белорусский государственный технологический университет», 2013. –76с. -135 экз
7. Бадеев В.П. Теория механизмов и машин. Сборник заданий к расчетным работам по одноименному курсу/ В.П.Бадеев, Д.В.Гапанюк, А.Н.Камлюк. – Минск: УО «Белорусский государственный технологический университет»,2005. -327 экз

4.2 Перечень дополнительной литературы

1. Юдин, В.А. Теория механизмов и машин / В.А. Юдин, Л.В. Петрокас. – М.: Высшая школа, 1967. – 528 с. -3 экз
2. Марголин Ш.Ф. Теория механизмов и машин / Ш.Ф. Марголин. – М.: Высшая школа, 1968. – 357 с. -54 экз

4.3 Перечни заданий и контрольных мероприятий управляемой самостоятельной работой студентов

№ п/п	Контрольное мероприятие	Неделя проведения/выдачи	Неделя сдачи
5-й семестр			
	Расчетно-графическая работа №1	2	9
1	Задание 1-1		4
2	Задание 1-2		6
3	Задание 2-2		8
	Расчетно-графическая работа №2	8	15
6	Задание 3-2		10
7	Задание 4-1		12
	Задание 4-2		14

4.4 Перечни используемых средств диагностики результатов учебной деятельности

4.3.1 Расчетно-графические работы.

4.3.2 Индивидуальный опрос студентов по темам практических занятий.

4.5 Перечень практических занятий

1. Кинематические пары.
2. Структурный анализ механизмов.
3. Кинематический анализ механизмов (скорости).
4. Кинематический анализ механизмов (ускорения).
5. Синтез плоских рычажных механизмов.
6. Кинематическое исследование зубчатых механизмов.
7. Математическое моделирование движения плоского механизма.
8. Исследование движения звена привода машинного агрегата.
9. Защита РГР.

4.6 Перечень лабораторных работ

1. Структурный анализ плоских механизмов.
2. Изготовление зубчатых колес методом огибания инструментальной рейкой.
3. Определение момента инерции твердого тела методом физического маятника
4. Определение коэффициента полезного действия винтового механизма.
5. Исследование кулачкового механизма.
6. Уравновешивание вращающегося звена с известным расположением неуравновешенных масс.
7. Определение коэффициента трения скольжения и покоя.

4.7 Примерная тематика курсового проектирования

Цель курсового проекта: приобретение практических навыков по кинематическому и динамическому анализу и синтезу плоских рычажных, кулачковых и зубчатых механизмов.

Курсовой проект включает 4 листа чертежей формата А1 и пояснительную записку с необходимыми пояснениями, алгоритмами, расчетами и выводами.

Задание на курсовой проект является комплексным, предусматривающим проектирование и исследование основных видов механизмов, объединенных в

систему машины, прибора или устройства. Оно должно учитывать специальность, по которой обучается студент. Задания на проект устанавливаются кафедрой. На выполнение курсового проекта отведено 40 часов.

В проекте предусматривается разработка следующих вопросов:

- 1) проектирование кинематических схем механизмов (рычажных, зубчатых, кулачковых) по заданным кинематическим и динамическими условиям;
- 2) динамический синтез машины и определение закона движения звена привода;
- 3) ограничение периодических колебаний скорости при установившемся режиме движения;
- 4) кинематический и силовой анализ спроектированных механизмов;
- 5) согласование во времени движений основного и вспомогательного механизмов.

Расчеты при выполнении проекта проводятся с использованием ЭВМ.

5. ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ

Название дисциплины, с которой требуется согласование	Кафедра, которая обеспечивает изучение этой дисциплины	Предложения кафедры о внесении изменений в содержании учебной программы	Принятое решение кафедры. Дата, № протокола
<p><i>Минералогия для химиков Хим. факультет</i></p>	<p>Кафедра машин и аппаратов химических и силикатных производств</p>	<p><i>Экспертное мнение [подпись]</i></p>	

Заведующий кафедрой МиАХиСП



П. Е. Вайтехович

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ
ПО ИЗУЧАЕМОЙ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ
«ТЕОРИЯ МЕХАНИЗМОВ И МАШИН»
на 2018/2019 учебный год

№ п/п	Дополнения и изменения	Основание
1	Дополнить информационно-методическую часть: форма контроля знаний при проведении межсессионной аттестации – контрольная работа, защита расчетно-графических работ. Весовые коэффициенты: $K_{\text{межс1}} = 0,2$; $K_{\text{межс2}} = 0,3$; $K_{\text{тек}} = 0,5$	Положение о межсессионной аттестации студентов БГТУ, утвержденное 16.03.2018г. №121

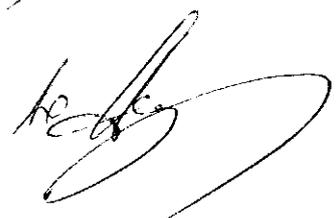
Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры (протокол № 12 от 21.06.2018 г.)

Заведующий кафедрой МиК,
кандидат технических наук, доцент



А. В. Спиглазов

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета ХТиГ,
кандидат технических наук, доцент



Ю. А. Климош