

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ
ПРИЕМ 2018 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

Математическое моделирование электромеханических систем

Направление подготовки/ специальность	13.03.02 Электроэнергетика и электротехника		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Инжиниринг электропривода и электрооборудования		
Специализация	Электропривод и автоматика		
Уровень образования	высшее образование - бакалавриат		
Курс	4	семестр	7
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	3		

И.о. заведующего кафедрой - руководителя отделения на правах кафедры ОЭЭ		А.С.Ивашутенко
Руководитель ООП		П.В.Тютева
Преподаватель		А.С.Глазырин

2020 г.

1. Роль дисциплины «Математическое моделирование электромеханических систем» в формировании компетенций выпускника:

Элемент образовательной программы (дисциплина, практика, ГИА)	Семестр	Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций)	
				Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
Математическое моделирование электромеханических систем	7	ПК(У)-2	Способен осуществлять сбор информации для решения проектных задач, поиск и систематизацию технико-экономических показателей существующих технических решений, их предварительный анализ	И.ПК(У)-2.1	Обосновывает выбор целесообразного решения инженерной задачи для построения системы управления электропривода	ПК(У)-2.1B1	Владеет навыками элементарных расчетов и испытаний силовых частей и систем управления автоматизированными электроприводами и системами электрооборудования
						ПК(У)-2.1У1	Умеет применять методы математического анализа при проведении научных исследований и решении прикладных задач в профессиональной сфере
						ПК(У)-2.131	Знает общие принципы идеализации электрических, механических и электромеханических систем при их математическом описании;

2. Показатели и методы оценивания

Планируемые результаты обучения по дисциплине		Код индикатора достижения контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование раздела дисциплины	Методы оценивания (оценочные мероприятия)
Код	Наименование			
РД-1	Применять информационные и информационно-коммуникационные технологии, для решения профессиональных задач по расчету и анализу электрических устройств, объектов и систем.	И.ПК(У)-2.1	Раздел 1. Общие вопросы математического моделирования электромеханических систем Раздел 2. Методы решения систем дифференциальных уравнений, описывающих динамику линейных электромеханических систем Раздел 3. Математические модели электромеханических систем и их элементов Раздел 4. Анализ выходных процессов электромеханических систем с применением классических способов решения задачи	Опрос-допуск к практическому занятию и лабораторному занятию, выполнение отчета по практическому занятию

			<p>Коши</p> <p>Раздел 5. Анализ динамики ЭМС с применением преобразования Лапласа</p> <p>Раздел 6. Моделирование электромеханических систем, представленных в пространстве состояний, с применением определителей Вандермонда</p> <p>Раздел 7. Моделирование электромеханических систем, с применением численных методов решения дифференциальных уравнений</p>	
РД-2	Применять базовые, математические, естественнонаучные и профессиональные знания в профессиональной деятельности	И.ПК(У)-2.1	<p>Раздел 3. Математические модели электромеханических систем и их элементов</p> <p>Раздел 4. Анализ выходных процессов электромеханических систем с применением классических способов решения задачи Коши</p> <p>Раздел 5. Анализ динамики ЭМС с применением преобразования Лапласа</p> <p>Раздел 6. Моделирование электромеханических систем, представленных в пространстве состояний, с применением определителей Вандермонда</p> <p>Раздел 7. Моделирование электромеханических систем, с применением численных методов решения дифференциальных уравнений</p>	Контрольная работа, индивидуальное задание, Конспект теоретического материала, итоговое задание

3. Шкала оценивания

Порядок организации оценивания результатов обучения в университете регламентируется отдельным локальным нормативным актом – «Система оценивания результатов обучения в Томском политехническом университете (Система оценивания)» (в действующей редакции). Используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов обучения. Итоговая оценка (традиционная и литерная) по видам учебной деятельности (изучение дисциплин, УИРС, НИРС, курсовое проектирование, практики) определяется суммой баллов по результатам текущего контроля и промежуточной аттестации (итоговая рейтинговая оценка - максимум 100 баллов).

Распределение основных и дополнительных баллов за оценочные мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации устанавливается календарным рейтинг-планом дисциплины.

Рекомендуемая шкала для отдельных оценочных мероприятий входного и текущего контроля

% выполнения задания	Соответствие традиционной оценке	Определение оценки
90%÷100%	«Отлично»	Отличное понимание предмета, всесторонние знания, отличные умения и владение опытом практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, их качество оценено количеством баллов, близким к максимальному
70% - 89%	«Хорошо»	Достаточно полное понимание предмета, хорошие знания, умения и опыт практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, качество ни одного из них не оценено минимальным количеством баллов
55% - 69%	«Удовл.»	Приемлемое понимание предмета, удовлетворительные знания, умения и опыт практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, качество некоторых из них оценено минимальным количеством баллов
0% - 54%	«Неудовл.»	Результаты обучения не соответствуют минимально достаточным требованиям

Шкала для оценочных мероприятий зачета/дифференцированного зачета

% набранных баллов	Балл	Соответствие традиционной оценке	Определение оценки
90% ÷ 100%	90 ÷ 100	«Отлично»	Отличное понимание предмета, всесторонние знания, отличные умения и владение опытом практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, их качество оценено количеством баллов, близким к максимальному
70% ÷ 89%	70 ÷ 89	«Хорошо»	Достаточно полное понимание предмета, хорошие знания, умения и опыт практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, качество ни одного из них не оценено минимальным количеством баллов
55% ÷ 69%	55 ÷ 69	«Удовл.»	Приемлемое понимание предмета, удовлетворительные знания, умения и опыт практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, качество некоторых из них оценено минимальным количеством баллов
55% ÷ 100%	55 ÷ 100	«Зачтено»	Результаты обучения соответствуют минимально достаточным требованиям
0% ÷ 54%	0 ÷ 54	«Неудовл.»/ «Не зачтено»	Результаты обучения не соответствуют минимально достаточным требованиям

4. Перечень типовых заданий

	Оценочные мероприятия	Примеры типовых контрольных заданий																				
1.	Опрос-допуск к практическому и лабораторному занятию	<p>Вопросы:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Какие показатели качества динамической системы можете назвать? 2. Как привести СДУ к нормальной форме Коши? 3. Как привести СДУ в матрично-векторную форму записи, принятую в методе пространства состояний? 4. Как производную от переменной состояния правильно преобразовать по Лапласу с учётом нулевых и ненулевых начальных условий? 																				
2.	Опрос-защита по практической работе	<p>Вопросы:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Приведите и поясните показатели качества на основе отклика динамической колебательной системы на входное ступенчатое воздействие? 2. Составьте алгоритм классического метода решения систем дифференциальных уравнений. 3. Составьте блок-схему алгоритма метода секущих для решения нелинейных уравнений. 4. Выведите выражения для АЧХ и ФЧН апериодического звена первого порядка. 5. Составьте математическую модель ДПТ-НВ в нормальной форме Коши. 6. Составьте математическую модель RLC-ФНЧ 2-го порядка в пространстве состояний. 																				
3.	Контрольная работа	<p>Примеры вопросов выносимых на контрольные работы:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. СДУ в нормальной форме Коши для АД в осях альфа-бетта 2. Схема замещения для АД в осях альфа-бетта 3. Выделить подсистемы на основе структурной схемы АД в осях альфа-бетта 4. Выделить подсистемы в ЭМС на основе ДПТ НВ, ШИП и ПИ-регулятора скорости. 																				
4.	Индивидуальное задание	<p>Математическое моделирование замкнутой электромеханической системы «ШИП-ДПТ НВ» аналитическими и численными методами</p> <p><i>Индивидуальное домашнее задание (ИДЗ) по курсу «Математическое моделирование электромеханических систем»</i></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Студент (Ф.И.О.)</th> <th>Группа</th> <th>Тип ДПТ НВ</th> <th>Мощность, кВт</th> <th>Номинальное напряжение, В</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>.....</td> <td>.....</td> <td>2ПФ160ЛГУХЛ4</td> <td>18.5</td> <td>220</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Тип регулятора</th> <th>Тип регулятора</th> <th>Метод решения</th> <th>Численный метод</th> <th>Метод решения</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>скорости</td> <td>тока</td> <td>СЛАУ</td> <td>решения СДУ</td> <td>нелинейного уравнения</td> </tr> </tbody> </table>	Студент (Ф.И.О.)	Группа	Тип ДПТ НВ	Мощность, кВт	Номинальное напряжение, В	2ПФ160ЛГУХЛ4	18.5	220	Тип регулятора	Тип регулятора	Метод решения	Численный метод	Метод решения	скорости	тока	СЛАУ	решения СДУ	нелинейного уравнения
Студент (Ф.И.О.)	Группа	Тип ДПТ НВ	Мощность, кВт	Номинальное напряжение, В																		
.....	2ПФ160ЛГУХЛ4	18.5	220																		
Тип регулятора	Тип регулятора	Метод решения	Численный метод	Метод решения																		
скорости	тока	СЛАУ	решения СДУ	нелинейного уравнения																		

	Оценочные мероприятия	Примеры типовых контрольных заданий				
		Пропорционально-интегральный	Пропорциональный	по Крамеру	Рунге-Кутта 4 порядка	Касательных
		<p style="text-align: center;">Перечень требований к основному содержанию ИДЗ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Составить блочные и функциональные схемы одноконтурной и двухконтурной замкнутых электромеханических систем (ЭМС). 2. Принять третий порядок ЭМС как наибольший. В линейном режиме требуется исследовать динамику только одноконтурной ЭМС. 3. Рассчитать все основные параметры и коэффициенты, необходимые для моделирования. 4. Составить структурную схему ЭМС. 5. Настроить регулятор скорости так, чтобы относительное перерегулирование ЭМС лежало в пределах от 0% до 5%. Входящим воздействием во всех пунктах ИДЗ считать ступенчатое воздействие, пропорциональное номинальной частоте вращения двигателя постоянного тока независимого возбуждения (ДПТ НВ). Для ЭМС с пропорционально-интегральным регулятором скорости описать силовой преобразователь как пропорциональное звено. Для ЭМС с пропорциональным регулятором выбрать из двух вариантов: а) силовой преобразователь представить апериодическим звеном, б) силовой преобразователь представить пропорциональным звеном, а сигнал задания на регулятор скорости передавать через апериодическое звено – фильтр низких частот. 6. Составить в нормальной форме Коши систему дифференциальных уравнений, описывающих состояние ЭМС. 7. Составить систему дифференциальных уравнений, описывающих состояние ЭМС, в матричной форме. 8. Решить задачу Коши для ненагруженной ЭМС с нулевыми начальными условиями классическим способом. <ol style="list-style-type: none"> 8.1. Найти собственные значения матрицы коэффициентов однородной системы дифференциальных уравнений (СДУ), описывающей ЭМС. 8.2. Найти собственные вектора матрицы коэффициентов однородной СДУ, описывающей ЭМС. 8.3. Найти общее решение однородной СДУ, описывающей ЭМС. 8.4. Найти частное решение неоднородной СДУ, описывающей ЭМС. 8.5. Найти общее решение неоднородной СДУ, описывающей ЭМС. 8.6. Решить задачу Коши используя нулевые начальные условия – определить аналитические функции, описывающие переходные процессы в ненагруженной ЭМС. 9. Применяв прямое преобразование Лапласа с ненулевыми начальными условиями получить систему линейных алгебраических уравнений (СЛАУ), описывающих состояние ЭМС с использованием изображений управляющего воздействия и переменных состояния. СЛАУ представить в матричной форме. 10. Решить СЛАУ заданным методом и получить изображения переменных состояния при пуске ненагруженной ЭМС. 11. Применяв обратное преобразование Лапласа найти аналитические функции, описывающие переходный процесс пуска ненагруженной ЭМС. 12. Используя прямое преобразование Лапласа с ненулевыми начальными условиями найти аналитические функции, описывающие переходный процесс реверса ненагруженной ЭМС с номинальной частотой вращения ДПТ НВ. 13. С применением определителя Вандермонда получить аналитические функции, описывающие переходный 				

	Оценочные мероприятия	Примеры типовых контрольных заданий
		<p>процесс пуска ненагруженной ЭМС до номинальной частоты вращения ДПТ НВ.</p> <p>14. Для аналитических функций скорости двигателя от времени, описывающих переходный процесс ненагруженной ЭМС всеми тремя способами, заданным методом решения нелинейных уравнений определить все показатели качества и свести их в таблицу.</p> <p>15. Решить заданным методом численного решения обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ) задачу Коши для пуска ненагруженной ЭМС с нулевыми начальными условиями и для реверса при номинальной скорости ДПТ НВ. Шаг интегрирования выбрать не более 1/200 от среднегеометрической величины всех постоянных времени ЭМС. Заданным методом решения нелинейных уравнений определить все показатели качества и свести их в таблицу.</p> <p>16. Составить имитационную модель двухконтурной ЭМС в программе <i>Simulink</i> для переходного процесса пуска под нагрузкой с ограничением тока якоря ДПТ НВ на уровне не более, чем двукратном от номинального.</p> <p>17. Провести сравнительный анализ различных методов математического моделирования ЭМС.</p>
5.	Итоговое задание	<p>Пример билета:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Решение задачи Коши с нулевыми начальными условиями численными методами первого порядка на примере нагруженного фильтра низких частот 2-го порядка. 2. Моделирование системы «Двуполярный ШИП – ДПТ НВ» аналитически с применением преобразования Лапласа 3. Модели ЭМС в пространстве состояний.

5. Методические указания по процедуре оценивания

	Оценочные мероприятия	Процедура проведения оценочного мероприятия и необходимые методические указания
1.	Опрос-допуск практическому занятию	<p>Опрос проводится письменно или устно перед выполнением практической работы с целью определения готовности студента к выполнению программы работы. Преподаватель формулирует вопросы, связанные с тематикой практической работы. При необходимости, вопросы могут быть разбиты на подвопросы или дополнены наводящими примерами.</p> <p>Критерии оценивания:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Развернутый ответ на вопрос – 0,6 -1 балл; • Краткий ответ на вопрос с неточностями– 0-0,5 балл.
2.	Отчет по практической работе	<p>В ходе выполнения практической работы обучающиеся проводят необходимые расчеты, заполняют таблицы, строят графики и завершают написание отчета выводами.</p> <p>Отчет по практической работе должен содержать следующие пункты:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Титульный лист. • Цель работы.

	Оценочные мероприятия	Процедура проведения оценочного мероприятия и необходимые методические указания
		<ul style="list-style-type: none"> • Программа работы. • Структурная схема имитационной модели. • Описание методики эксперимента. • Результаты исследования. • Необходимые вычисления и расчеты. • Выводы, включающие в себя анализ полученных данных. • Список использованной литературы. <p>Отчет должен быть оформлен в соответствии с правилами Стандарта ТПУ.</p> <p>Критерии оценивания:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Отчет соответствует содержанию и правилам оформления, расчеты выполнены верно и в полном объеме, выводы по разделам представлены в полном объеме и соответствуют тематике – 0.7-1балл. • Отчет оформлен с небольшими недостатками, расчеты выполнены верно и в полном объеме, выводы по разделам представлены в недостаточном объеме, но соответствуют тематике – 0.4-0.6 балл. • Отчет оформлен с серьезными недостатками, расчеты выполнены не верно, выводы по разделам представлены в недостаточном объеме, не соответствуют тематике, либо отсутствуют полностью – 0-0.6 балл.
3.	Опрос-защита по практической работе	<p>Опрос проводится письменно или устно после выполнения отчета по практической работе с целью определения глубины подготовки студента по данному разделу дисциплины. Преподаватель формулирует 3-5 вопросов, связанных с объектом исследования практической работы. При необходимости, вопросы могут быть разбиты на подвопросы или дополнены наводящими примерами.</p> <p>Критерии оценивания:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Развернутые ответы на вопросы, показано глубокое владение материалом – 2-3 балла; • Развернутые ответы на вопросы, требуются наводящие вопросы, не показано глубокое владение материалом – 1-2 балла; • Ответ на вопрос с неточностями, отсутствует понимание основной сути вопросов – 0-1 балл.
4.	Контрольная работа	<p>Контрольная работа проводится в часы аудиторной работы. Обучающиеся получают задания для проверки усвоения пройденного материала. Работа выполняется в письменном виде и сдается преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий. Вариант контрольной работу определяется строго преподавателем. Перед выполнением контрольной работы необходимо изучить соответствующие разделы основной и дополнительной литературы. В контрольной работе оценивается теоретическая подготовка по разделам дисциплины. В билете присутствует 4 теоретических вопроса.</p> <p>Критерии оценивания:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Продемонстрирован высокий уровень владения материалом, ответы развернутые, с использованием

	Оценочные мероприятия	Процедура проведения оценочного мероприятия и необходимые методические указания
		<p>профессиональной терминологии – 4-5 баллов.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Продемонстрирован хороший уровень владения материалом, ответы развернутые, с небольшими недостатками с использованием профессиональной терминологии – 3-4 баллов. • Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом, ответы содержат серьезные ошибки или неточности – 2-3 баллов. • Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом, ответы содержат принципиальные ошибки– 0-2 балла.
5.	Индивидуальное задание	<p>Работа выполняется письменно дома и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий. Вариант определяется строго преподавателем. Перед выполнением работы необходимо изучить соответствующие разделы основной и дополнительной литературы. В ходе выполнения работы обучающиеся проводят необходимые расчеты, заполняют таблицы, строят графики и завершают написание работы выводом, обобщающим полученные результаты работы.</p> <p>Работа по индивидуальному заданию должна содержать следующие пункты:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Титульный лист. • Цель работы. • Задание в соответствии с вариантом. • Необходимые вычисления и расчеты. • Выводы, включающие в себя анализ полученных данных. • Список использованной литературы. <p>Работа должна быть оформлена в соответствии с правилами Стандарта ТПУ.</p> <p>Критерии оценивания:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Работа соответствует содержанию и правилам оформления, расчеты выполнены верно и в полном объеме, выводы по разделам представлены в полном объеме и соответствуют тематике – 4-5 балла. • Работа оформлена с небольшими недостатками, расчеты выполнены верно и в полном объеме, выводы по разделам представлены в недостаточном объеме, но соответствуют тематике – 3-4 балл. • Отчет оформлен с серьезными недостатками, расчеты выполнены не верно, выводы по разделам представлены в недостаточном объеме, не соответствуют тематике, либо отсутствуют полностью – 0-3 балла
6.	Конспект теоретического материала	<p>В ходе лекционных занятий необходимо вести конспектирование учебного материала. При этом обращать внимание на определения и формулировки, раскрывающие содержание тех или иных понятий, явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации. При необходимости, можно задавать преподавателю вопросы с целью уточнения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций. Необходимо помнить, что на лекции обычно рассматривается не весь материал, а только его часть. Остальная его часть восполняется в процессе самостоятельной работы. После каждой лекции преподаватель дает перечень тем на самостоятельное изучение (если это предусмотрено). В ходе самостоятельного изучения тем дисциплины необходимо руководствоваться основной и</p>

	Оценочные мероприятия	Процедура проведения оценочного мероприятия и необходимые методические указания
		<p>дополнительной литературой, а также информационными источниками в сети Интернет. Студентам рекомендуется получить в библиотеке учебную литературу по дисциплине, необходимую для эффективной работы на всех видах аудиторных занятий, а также для самостоятельной работы по изучению дисциплины. Для более полного закрепления материала рекомендуется делать конспекты по темам и вопросам, заданным на самостоятельное изучение. Это позволит эффективнее их проработать и упростит подготовку к итоговому контролю.</p> <p>Критерии оценивания:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Материал изложен полно (присутствуют все разделы лекций и разделов, вынесенных на самостоятельное изучение), присутствует логика изложения, высокая наглядность и читаемость конспекта – 9-10 баллов. • Материал изложен не полно (присутствуют все разделы лекций и но отсутствуют разделы, вынесенные на самостоятельное изучение), присутствует логика изложения, высокая наглядность и читаемость конспекта – 7-8 баллов. • Материал изложен не полно, присутствует логика изложения, средняя наглядность и читаемость конспекта – 5-6 баллов. • Материал изложен не полно, присутствует логика изложения, низкая наглядность и читаемость конспекта, присутствуют терминологические ошибки – 0-4 балла.
7.	Итоговое задание	<p>Нацелено на комплексную проверку освоения дисциплины. Проводится в устной или письменной форме по билетам, в которых содержатся вопросы (задания) по всем темам курса. Обучающемуся даётся время на подготовку. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий. Осуществляется в соответствии с Положением о проведении текущего контроля и промежуточной аттестации ТПУ. В билете оценивается теоретическая подготовка по разделам дисциплины. В билете присутствует 4 теоретических вопроса, по основным разделам дисциплины.</p> <p>Критерии оценивания:</p> <ul style="list-style-type: none"> • студент полно раскрыл содержание материала в объеме, предусмотренном программой и учебником; изложил материал грамотным языком в необходимой последовательности; продемонстрировал усвоение ранее изученных сопутствующих вопросов, отвечал самостоятельно без наводящих вопросов преподавателя. Возможны одна-две неточности при освещении второстепенных вопросов – 18-20 баллов. • ответ в основном соответствует требованиям на отличную отметку, но при этом существует один из недостатков: допущены один-два недочета при освещении основного содержания ответа, исправленные по замечанию экзаменатора; допущена ошибка или более двух недочетов при ответе на второстепенные вопросы – 14-17 баллов. • в процессе ответа неполно или непоследовательно раскрыто содержание материала, но показано общее понимание вопроса и продемонстрированы умения, достаточные для дальнейшего усвоения программного материала; студент не смог привести примеры для прояснения теории; при изложении теоретического материала выявлена недостаточная сформированность основных компетенций – 11-13 баллов. • студент не смог раскрыть теоретическое содержание материала в минимальном объеме, предусмотренном программой; отсутствует последовательность изложение и употребление необходимой терминологии – 0-11

	Оценочные мероприятия	Процедура проведения оценочного мероприятия и необходимые методические указания
		баллов.