

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

Кафедра проектирования технологических машин

“УТВЕРЖДАЮ”

ДЕКАН МТФ

к.т.н. Янпольский В. В.

“ ” _____ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Электромеханические системы

Образовательная программа: 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств,
профиль: Автоматизация технологических процессов и производств в машиностроении

Курс: 2 3, семестры : 4 5

Механико-технологический факультет,

		Семестр	
№	Вид деятельности	4	5
1	Всего зачетных единиц (кредитов)	3	3
2	Всего часов	108	108
3	Всего занятий в контактной форме, час.	61	60
4	Лекции, час.	36	36
5	Практические занятия, час.	0	0
6	Лабораторные занятия, час.	18	18
7	из них в активной и интерактивной форме, час.	10	6
8	Аттестация, час.	2	2
9	Консультации, час.	5	4
10	Самостоятельная работа, час.	47	48
11	Виды самостоятельной работы (курсовой проект, курсовая работа, РГЗ, подготовка к контрольной работе)	РГЗ	
12	Вид аттестации	3	Э

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению (специальности): 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

ФГОС введен в действие приказом №200 от 12.03.2015 г. , дата утверждения: 27.03.2015 г.

Место дисциплины в структуре учебного плана: Блок 1, вариативная, по выбору студента

Рабочая программа разработана на основе компетентностной модели выпускника по направлению (специальности): 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

ПТМ, протокол заседания кафедры №5 от 20.06.2017

Утверждена на совете механико-технологического факультета, протокол № 5 от 21.06.2017

Программу разработал:

доцент, д.т.н. Нос О. В.

Заведующий кафедрой:

доцент, д.т.н. Иванцовский В. В.

Ответственный за образовательную программу:

доцент Нос О. В.

1. Внешние требования

Таблица 1.1

Компетенция ФГОС: ОПК.4 способность участвовать в разработке обобщенных вариантов решения проблем, связанных с автоматизацией производств, выборе на основе анализа вариантов оптимального прогнозирования последствий решения; в части следующих результатов обучения:	
у5. уметь рассчитывать одноконтурные и многоконтурные системы автоматического регулирования применительно к конкретному технологическому объекту	
Компетенция ФГОС: ПК.30 способность участвовать в работах по практическому техническому оснащению рабочих мест, размещению основного и вспомогательного оборудования, средств автоматизации, управления, контроля, диагностики и испытаний, а также по их внедрению на производстве; в части следующих результатов обучения:	
з3. знать принцип работы основных электрических машин и аппаратов, их рабочие и пусковые характеристики	
Компетенция ФГОС: ПК.33 способность участвовать в разработке новых автоматизированных и автоматических технологий производства продукции и их внедрении, оценке полученных результатов, подготовке технической документации по автоматизации производства и средств его оснащения; в части следующих результатов обучения:	
у2. уметь рассчитывать основные качественные показатели САУ, выполнять анализ ее устойчивости, синтез регулятора	
Компетенция ФГОС: ПК.7 способность участвовать в разработке проектов по автоматизации производственных и технологических процессов, технических средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством, в практическом освоении и совершенствовании данных процессов, средств и систем; в части следующих результатов обучения:	
у2. уметь работать с электротехнической аппаратурой и электронными устройствами	
у3. уметь разрабатывать принципиальные электрические схемы и проектировать типовые электрические и электронные устройства	
у4. уметь производить наладку, настройку, регулировку, обслуживание технических средств и систем управления	

2. Требования НГТУ к результатам освоения дисциплины

Таблица 2.1

Результаты изучения дисциплины по уровням освоения (иметь представление, знать, уметь, владеть)	Формы организации занятий
<i>Электромеханические системы</i>	
ОПК.4.у5 уметь рассчитывать одноконтурные и многоконтурные системы автоматического регулирования применительно к конкретному технологическому объекту	
1. уметь рассчитывать одноконтурные и многоконтурные системы автоматического регулирования применительно к конкретному технологическому объекту	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ПК.7.у4 уметь производить наладку, настройку, регулировку, обслуживание технических средств и систем управления	
2. уметь производить наладку, настройку, регулировку, обслуживание технических средств и систем управления	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ПК.7.у2 уметь работать с электротехнической аппаратурой и электронными устройствами	
3. уметь работать с электротехнической аппаратурой и электронными устройствами	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ПК.7.у3 уметь разрабатывать принципиальные электрические схемы и проектировать типовые электрические и электронные устройства	
4. уметь разрабатывать принципиальные электрические схемы и проектировать типовые электрические и электронные устройства	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа

ПК.30.33 знать принцип работы основных электрических машин и аппаратов, их рабочие и пусковые характеристики	
5. знать принцип работы основных электрических машин и аппаратов, их рабочие и пусковые характеристики	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ПК.33.у2 уметь рассчитывать основные качественные показатели САУ, выполнять анализ ее устойчивости, синтез регулятора	
6. уметь рассчитывать основные качественные показатели САУ, выполнять анализ ее устойчивости, синтез регулятора	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа

3. Содержание и структура учебной дисциплины

Таблица 3.1

Темы лекций	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 4				
Дидактическая единица: Основные понятия, определения и режимы работы электромеханических систем				
1. Определения электромеханической системы, электромеханического преобразователя электрической энергии, передаточного, управляющего и информационного устройств. Классификация электромеханических систем	0	1	5	
2. Двигательный и генераторный режимы работы электромеханического преобразователя. Режим идеального холостого хода, номинальный режим, режим короткого замыкания, режим торможения противовключением, режим рекуперативного торможения, режим динамического торможения	0	2	5	
Дидактическая единица: Электромеханические преобразователи энергии				
3. Устройство и классификация составных частей электрических машин постоянного и переменного тока	0	1	5	
4. Конструктивное исполнение, математическое описание, параметры и характеристики электрической машины постоянного тока	0	2	2, 5	
5. Конструктивное исполнение, математическое описание, параметры и характеристики асинхронной электрической машины	0	3	2, 5	

6. Конструктивное исполнение, математическое описание, параметры и характеристики синхронной электрической машины	0	1	2, 5	
Дидактическая единица: Механическая часть ЭМС				
7. Моменты нагрузки типовых общепромышленных механизмов. Приведение моментов и сил сопротивления, инерционных масс и моментов к валу двигателя	0	2	5	
8. Уравнения движения электропривода, его анализ на примере грузоподъемного механизма. Многомассовые электромеханические системы. Математическая модель механической части электропривода	0	2	5	
Дидактическая единица: Параметрическое регулирование частоты вращения электромеханических преобразователей энергии постоянного тока				
9. Основные показатели регулирования скорости, зоны регулирования частоты вращения	0	2	2, 6	
10. Параметрическое регулирование частоты вращения двигателя постоянного тока независимого возбуждения	0	2	2, 4, 5, 6	
Дидактическая единица: Релейно-контакторные системы управления электроприводом				
11. Принципы управления электроприводом в функции координат, типовые релейно-контакторные схемы управления. Перевод релейно-контакторных схем на бесконтактное управление	6	6	2, 3, 4, 5, 6	Разработка релейно-контакторных схем управления процессами пуска и торможения двигателя постоянного тока в функции времени, скорости и тока
Дидактическая единица: Замкнутые системы управления электромеханическими системами постоянного тока				
12. Назначение, функциональная схема, принцип действия и характеристики вентильного преобразователя	0	4	4, 5	
13. Математическая модель двигателя постоянного тока независимого возбуждения	0	2	6	
14. Системы подчиненного регулирования, технический и симметричный оптимумы	0	2	1, 2, 6	
15. Синтез контура регулирования тока якоря при настройке на технический оптимум	0	2	1, 2, 4, 6	

16. Синтез контура регулирования частоты вращения при настройке на симметричный оптимум. Синтез задающего апериодического фильтра	0	2	1, 2, 4, 6	
Семестр: 5				
Дидактическая единица: Параметрическое регулирование частоты вращения асинхронного двигателя				
1. Реостатное, фазовое и частотное регулирования частоты вращения асинхронного двигателя, регулирование путем изменения числа пар полюсов и при помощи каскадных схем	0	6	2, 4, 6	
Дидактическая единица: Математическая модель асинхронного двигателя				
2. Ортогональные преобразования фазных переменных E. Clarke и R.H. Park	0	2	6	
3. Векторно-матричные модели асинхронной машины в пространстве состояний. Структурная схема асинхронного двигателя в полеориентированной вращающейся системе координат при управлении токами статора	0	4	1, 6	
Дидактическая единица: Преобразователи частоты в электромеханических системах переменного тока				
4. Двухзвенные преобразователи частоты с явно выраженным звеном постоянного тока	0	2	3, 4, 5	
5. Преобразователи частоты с непосредственной связью с сетью	0	2	3, 4, 5	
Дидактическая единица: Замкнутые системы векторного управления асинхронного электропривода				
6. Принцип векторного управления АД координатами пространственного вектора токов статора	0	2	1, 2, 4, 6	
7. Синтез трехконтурной системы векторного управления АД	0	2	1, 2, 4, 6	
8. Синтез трехканального релейного и непрерывного регуляторов фазных токов	0	4	1, 2, 4, 6	
9. Синтез внешних контуров регулирования модуля вектора потокосцеплений ротора и частоты вращения асинхронного двигателя	0	4	1, 2, 4, 6	

10. Система векторного управления АД типа "ЭРАТОН-М4"	2	2	1, 2, 4, 6	Изучение принципа векторного управления электрическими машинами переменного тока
Дидактическая единица: Программное и следящее управление электромеханическими системами				
11. Программное управление электромеханическими системами в машиностроении	0	2	1, 2	
12. Следящее управление электромеханическими системами, режимы позиционирования и постоянной заводки	0	4	1, 2	

Таблица 3.2

Темы лабораторных работ	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 4				
Дидактическая единица: Электромеханические преобразователи энергии				
1. Математическая модель двигателя постоянного тока независимого возбуждения	4	4	5	Изучение статических и динамических характеристик двигателя постоянного тока независимого возбуждения с различными видами нагрузок при помощи компьютерного моделирования
2. Анализ статических режимов работы асинхронного двигателя с фазным ротором	0	6	2, 5	Изучение статических механических характеристик асинхронного двигателя с фазным ротором
Дидактическая единица: Замкнутые системы управления электромеханическими системами постоянного тока				
3. Синтез двухконтурной системы подчиненного регулирования частоты вращения двигателя постоянного тока независимого возбуждения	0	8	1, 2, 4, 6	Синтез двухконтурной замкнутой САУ частотой вращения двигателя постоянного тока с каскадным включением регуляторов
Семестр: 5				
Дидактическая единица: Математическая модель асинхронного двигателя				
1. Векторно-матричные модели асинхронного двигателя	0	8	5	Изучение статических и динамических режимов работы асинхронного двигателя на основании математической модели, полученной путем двукратного линейного преобразования исходного базиса
Дидактическая единица: Замкнутые системы векторного управления асинхронного электропривода				

2. Синтез двухконтурной системы векторного управления асинхронным двигателем	0	6	1, 2, 4, 6	Определение структуры и параметров последовательных корректирующих устройств замкнутой системы управления частотой вращения асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором
3. Бездатчиковая система векторного управления асинхронным двигателем на базе преобразователя частоты типа "ЭРАТОН-М4"	4	4	2, 3, 4	Практическое ознакомление и исследование статических и динамических характеристик асинхронного электропривода на базе преобразователя частоты "ЭРАТОН-М4"

4. Самостоятельная работа обучающегося

№	Виды самостоятельной работы	Ссылки на результаты обучения	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 4				
1	РГЗ	1, 2, 4, 5, 6	15	2
В течение семестра студенты выполняют расчетно-графическое задание, которое связано с решением прикладной задачи синтеза двухконтурной системы подчиненного регулирования частоты вращения двигателя постоянного тока независимого возбуждения с астатическим управлением током якоря и угловой скоростью вала при постоянстве магнитного потока и суммарного момента инерции электропривода: Нос О. В. Электромеханические системы [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / О. В. Нос ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2017]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000235083 . - Загл. с экрана.				
2	Подготовка к занятиям	1, 3, 4, 5, 6	10	1
При подготовке к занятиям выполняются следующие виды учебной деятельности: - работа с конспектом лекции; - чтение текста (учебника, учебного пособия, первоисточника, дополнительной литературы); - конспектирование текста (работа со справочниками, нормативными документами); - составление плана ответа на контрольные вопросы: Нос О. В. Электромеханические системы [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / О. В. Нос ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2017]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000235083 . - Загл. с экрана. Организация самостоятельной работы студентов Новосибирского государственного технического университета : методическое руководство / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Ю. В. Никитин, Т. Ю. Сурнина]. - Новосибирск, 2016. - 19, [1] с. : табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000234042				
3	Дополнительная учебная деятельность	1, 3, 5, 6	9	1
Углубленное изучение отдельных тем учебной программы по дисциплине Электромеханические системы, связанных с вопросами анализа и синтеза многоконтурных систем подчиненного регулирования механических координат двигателей постоянного тока: Абакумов И. Д. Теория электропривода : учебно-методическое пособие / И. Д. Абакумов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2008. - 70, [1] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2008/abaku.rar Путинцев Н. Н. Автоматизированный электропривод : учебно-методическое пособие / Н. Н. Путинцев, А. М. Бородин, В. Т. Сысенко ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2014. - 78, [1] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000200480				
4	Подготовка к аттестации	1, 2, 5, 6	13	1

При подготовке к зачету обучающийся работает с конспектом лекций и дополняет его материалами из списка основной и дополнительной литературы, а также электронного ресурса и сети Интернет: Нос О. В. Электромеханические системы [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / О. В. Нос ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2017]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000235083. - Загл. с экрана. Абакумов И. Д. Теория электропривода : учебно-методическое пособие / И. Д. Абакумов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2008. - 70, [1] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2008/abaku.rar Путинцев Н. Н. Автоматизированный электропривод : учебно-методическое пособие / Н. Н. Путинцев, А. М. Бородин, В. Т. Сысенко ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2014. - 78, [1] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000200480				
Семестр: 5				
1	Подготовка к занятиям	1, 3, 4, 5, 6	15	1
При подготовке к занятиям выполняются следующие виды учебной деятельности: - работа с конспектом лекции; - чтение текста (учебника, учебного пособия, первоисточника, дополнительной литературы); - конспектирование текста (работа со справочниками, нормативными документами); - составление плана ответа на контрольные вопросы: Нос О. В. Электромеханические системы [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / О. В. Нос ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2017]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000235083. - Загл. с экрана. Организация самостоятельной работы студентов Новосибирского государственного технического университета : методическое руководство / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Ю. В. Никитин, Т. Ю. Сурнина]. - Новосибирск, 2016. - 19, [1] с. : табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000234042				
2	Дополнительная учебная деятельность	1, 3, 5, 6	13	1
Углубленное изучение отдельных тем учебной программы по дисциплине Электромеханические системы, связанных с вопросами разработки систем векторного управления электроприводами переменного тока: Абакумов И. Д. Теория электропривода : учебно-методическое пособие / И. Д. Абакумов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2008. - 70, [1] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2008/abaku.rar Путинцев Н. Н. Автоматизированный электропривод : учебно-методическое пособие / Н. Н. Путинцев, А. М. Бородин, В. Т. Сысенко ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2014. - 78, [1] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000200480				
3	Подготовка к аттестации	1, 2, 3, 4, 5, 6	20	2
При подготовке к экзамену обучающийся работает с конспектом лекции, текстами источников рекомендуемой литературы (учебника, учебного пособия, первоисточника, дополнительной литературы), составляет план ответов на экзаменационные вопросы: Нос О. В. Электромеханические системы [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / О. В. Нос ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2017]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000235083. - Загл. с экрана. Абакумов И. Д. Теория электропривода : учебно-методическое пособие / И. Д. Абакумов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2008. - 70, [1] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2008/abaku.rar Путинцев Н. Н. Автоматизированный электропривод : учебно-методическое пособие / Н. Н. Путинцев, А. М. Бородин, В. Т. Сысенко ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2014. - 78, [1] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000200480				

5. Технология обучения

Для организации и контроля самостоятельной работы обучающихся, а также проведения консультаций применяются информационно-коммуникационные технологии (табл. 5.1).

Таблица 5.1

Деятельность	Информационно-коммуникационные технологии
Информирование	e-mail:nos@corp.nstu.ru
Консультирование	e-mail:nos@corp.nstu.ru; ЭБС

Таблица 5.2

Активные и интерактивные формы проведения занятий

№	Наименование активных форм	Коды формируемых компетенций
1	Дискуссия	ОПК.4; ПК.30; ПК.33; ПК.7;
Формируемые умения: з3. знать принцип работы основных электрических машин и аппаратов, их рабочие и пусковые характеристики; у2. уметь работать с электротехнической аппаратурой и электронными устройствами; у2. уметь рассчитывать основные качественные показатели САУ, выполнять анализ ее устойчивости, синтез регулятора; у3. уметь разрабатывать принципиальные электрические схемы и проектировать типовые электрические и электронные устройства; у4. уметь производить наладку, настройку, регулировку, обслуживание технических средств и систем управления; у5. уметь рассчитывать одноконтурные и многоконтурные системы автоматического регулирования применительно к конкретному технологическому объекту		
Краткое описание применения: Обсуждение теоретического материала и решение практических задач в рамках рассматриваемых методик с элементами дискуссии между участниками учебного процесса		

6. Правила аттестации обучающихся по учебной дисциплине

Для аттестации обучающихся по дисциплине используется балльно-рейтинговая система (БРС), позволяющая выставять оценки по традиционной шкале и 15-уровневой ECTS.

Краткая информация о БРС приведена в табл. 6.1.

Таблица 6.1

Оцениваемые виды деятельности обучающихся	Мин. балл	Максимальный балл
Семестр: 4		
<i>Лабораторная:</i>	25	50
Контролирующие материалы приводятся в "Путинцев Н. Н. Автоматизированный электропривод : учебно-методическое пособие / Н. Н. Путинцев, А. М. Бородин, В. Т. Сысенко ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2014. - 78, [1] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000200480 "		
<i>РГЗ:</i>	15	30
Контролирующие материалы приводятся в "Нос О. В. Электромеханические системы [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / О. В. Нос ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2017]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000235083 . - Загл. с экрана."		
<i>Зачет:</i>	10	20
Контролирующие материалы (список вопросов) приводятся в "Нос О. В. Электромеханические системы [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / О. В. Нос ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2017]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000235083 . - Загл. с экрана."		
Семестр: 5		
<i>Лабораторная:</i>	30	60
Контролирующие материалы приводятся в "Нос О. В. Электромеханические системы [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / О. В. Нос ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2017]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000235083 . - Загл. с экрана."		
<i>Экзамен:</i>	20	40
Контролирующие материалы (список вопросов) приводятся в "Нос О. В. Электромеханические системы [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / О. В. Нос ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2017]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000235083 . - Загл. с экрана."		

В таблице 6.2 представлено соответствие форм контроля заявляемым требованиям к результатам освоения дисциплины.

Таблица 6.2

Коды компетенций ФГОС	Результаты обучения	Формы контроля		
		Защита РГЗ	Зачет	Экзамен
ОПК.4	у5. уметь рассчитывать одноконтурные и многоконтурные системы автоматического регулирования применительно к конкретному технологическому объекту	+	+	+
ПК.30	з3. знать принцип работы основных электрических машин и аппаратов, их рабочие и пусковые характеристики	+	+	+
ПК.33	у2. уметь рассчитывать основные качественные показатели САУ, выполнять анализ ее устойчивости, синтез регулятора	+	+	+
ПК.7	у2. уметь работать с электротехнической аппаратурой и электронными устройствами		+	+
	у3. уметь разрабатывать принципиальные электрические схемы и проектировать типовые электрические и электронные устройства	+	+	+
	у4. уметь производить наладку, настройку, регулировку, обслуживание технических средств и систем управления	+	+	+

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в приложении № 1 к рабочей программе.

7. Литература

Основная литература

1. Соколовский Г. Г. Электроприводы переменного тока с частотным регулированием : учебник для вузов по специальности 140604 "Электропривод и автоматика промышленных установок и технологических комплексов" направления подготовки 140600 "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" / Г. Г. Соколовский. - М., 2006. - 264, [1] с. : ил.
2. Симаков Г. М. Системы автоматического управления электроприводов металлорежущих станков / Г. М. Симаков. - Новосибирск, 2007. - 299 с. : схемы. - Режим доступа: <http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/textbooks/2007/simakov.pdf>
3. Нос О. В. Математические модели преобразования энергии в асинхронном двигателе : учебное пособие / О. В. Нос ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2008. - 166, [1] с. : ил., схемы. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000087429. - Инновационная образовательная программа НГТУ "Высокие технологии".
4. Симаков Г. М. Автоматизированный электропривод : учебное пособие / Г. М. Симаков ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2010. - 133, [1] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/textbooks/2010/10_simakov.pdf
5. Системы автоматизированного управления электропривода: Учебник / В.В. Москаленко. - М.: ИНФРА-М, 2012. - 208 с.: 60х90 1/16. - (Среднее профессиональное образование). (переплет) ISBN 978-5-16-005116-1 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=324207> - Загл. с экрана.

Дополнительная литература

1. Ковчин С. А. Теория электропривода : учебник для вузов по напр. "Автоматизация и управление" и спец. "Электропривод и автоматизация промышленных установок и технологических комплексов" / С. А. Ковчин, Ю. А. Сабинин. - СПб., 2000. - 496 с. : ил.

2. Белов М. П. Автоматизированный электропривод типовых производственных механизмов и технологических комплексов : [учебник для вузов по специальности "Электропривод и автоматика промышленных установок и технологических комплексов"] / М. П. Белов, В. А. Новиков, Л. Н. Рассудов. - М., 2007. - 574, [1] с. : ил.
3. Нос О. В. Математические модели управляемых технических систем : учебное пособие / О. В. Нос ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2006. - 46, [1] с. : ил. - Режим доступа: http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/textbooks/2006/06_Nos.rar
4. Панкратов В. В. Энергооптимальное векторное управление асинхронными электроприводами : учебное пособие / В. В. Панкратов, Е. А. Зима ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2005. - 118, [1] с. : ил. - Режим доступа: <http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2005/pankratov.rar>

Интернет-ресурсы

1. ЭБС НГТУ : <http://elibrary.nstu.ru/>
2. ЭБС «Издательство Лань» : <https://e.lanbook.com/>
3. ЭБС IPRbooks : <http://www.iprbookshop.ru/>
4. ЭБС "Znaniy.com" : <http://znaniy.com/>
5. :

8. Методическое и программное обеспечение

8.1 Методическое обеспечение

1. Нос О. В. Электромеханические системы [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / О. В. Нос ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2017]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000235083. - Загл. с экрана.
2. Организация самостоятельной работы студентов Новосибирского государственного технического университета : методическое руководство / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Ю. В. Никитин, Т. Ю. Сурнина]. - Новосибирск, 2016. - 19, [1] с. : табл. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000234042
3. Путинцев Н. Н. Автоматизированный электропривод : учебно-методическое пособие / Н. Н. Путинцев, А. М. Бородин, В. Т. Сысенко ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2014. - 78, [1] с. : ил., табл. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000200480
4. Абакумов И. Д. Теория электропривода : учебно-методическое пособие / И. Д. Абакумов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2008. - 70, [1] с. : ил., табл. - Режим доступа: <http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2008/abaku.rar>

8.2 Специализированное программное обеспечение

1 MATLAB

9. Материально-техническое обеспечение

Комплект оборудования

№	Наименование	Назначение
1	Компьютерный класс №34	Для проведения лабораторных работ

Специальное оборудование

№	Наименование	Назначение
---	--------------	------------

1	Мультимедиа- проектор Benq MP622C	Для мультимедийных лекций
---	-----------------------------------	---------------------------

1. Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине **Электромеханические системы** приведена в Таблице.

Таблица

Формируемые компетенции	Показатели сформированности компетенций (знания, умения, навыки)	Темы	Этапы оценки компетенций	
			Мероприятия текущего контроля	Промежуточная аттестация
ОПК.4 способность участвовать в разработке обобщенных вариантов решения проблем, связанных с автоматизацией производств, выборе на основе анализа вариантов оптимального прогнозирования последствий решения	у5. уметь рассчитывать одноконтурные и многоконтурные системы автоматического регулирования применительно к конкретному технологическому объекту	Векторно-матричные модели асинхронной машины в пространстве состояний. Структурная схема асинхронного двигателя в полеориентированной вращающейся системе координат при управлении токами статора Принцип векторного управления АД координатами пространственного вектора токов статора Программное управление электромеханическими системами в машиностроении Синтез внешних контуров регулирования модуля вектора потокосцеплений ротора и частоты вращения асинхронного двигателя Синтез двухконтурной системы векторного управления асинхронным двигателем Синтез двухконтурной системы подчиненного регулирования частоты вращения двигателя постоянного тока независимого возбуждения Синтез контура регулирования тока якоря при настройке на технический оптимум Синтез контура регулирования частоты вращения при настройке на симметричный оптимум. Синтез задающего апериодического фильтра Синтез трехканального релейного и непрерывного регуляторов фазных токов Синтез трехконтурной системы векторного управления АД Система векторного управления АД типа "ЭРАТОН-М4" Системы подчиненного регулирования, технический и симметричный оптимумы Следящее управление	4 семестр РГЗ, пункт задания: 3–5 Лабораторная работа: № 3 5 семестр Лабораторная работа: № 2	4 семестр Зачет, вопросы к зачету: № 24–26 5 семестр Экзамен, экзаменационные вопросы: № 5–9, 13–20

		электромеханическими системами, режимы позиционирования и постоянной заводки		
ПК.30 способность участвовать в работах по практическому техническому оснащению рабочих мест, размещению основного и вспомогательного оборудования, средств автоматизации, управления, контроля, диагностики и испытаний, а также по их внедрению на производстве	33. знать принцип работы основных электрических машин и аппаратов, их рабочие и пусковые характеристики	Анализ статических режимов работы асинхронного двигателя с фазным ротором Векторно-матричные модели асинхронного двигателя Двигательный и генераторный режимы работы электромеханического преобразователя. Режим идеального холостого хода, номинальный режим, режим короткого замыкания, режим торможения противовключением, режим рекуперативного торможения, режим динамического торможения Двухзвенные преобразователи частоты с явно выраженным звеном постоянного тока Конструктивное исполнение, математическое описание, параметры и характеристики асинхронной электрической машины Конструктивное исполнение, математическое описание, параметры и характеристики синхронной электрической машины Конструктивное исполнение, математическое описание, параметры и характеристики электрической машина постоянного тока Математическая модель двигателя постоянного тока независимого возбуждения Моменты нагрузки типовых общепромышленных механизмов. Приведение моментов и сил сопротивления, инерционных масс и моментов к валу двигателя Назначение, функциональная схема, принцип действия и характеристики вентильного преобразователя Определения электромеханической системы, электромеханического преобразователя электрической энергии, передаточного, управляющего и информационного устройств. Классификация электромеханических систем	4 семестр РГЗ, пункт задания: 1, 2 Лабораторные работы: № 1, 2 5 семестр Лабораторная работа: № 1	4 семестр Зачет, вопросы к зачету: № 1–13, 19–23 5 семестр Экзамен, экзаменационные вопросы: № 10, 11

		Параметрическое регулирование частоты вращения двигателя постоянного тока независимого возбуждения Преобразователи частоты с непосредственной связью с сетью Уравнения движения электропривода, его анализ на примере грузоподъемного механизма. Многомассовые электромеханические системы. Математическая модель механической части электропривода Устройство и классификация составных частей электрических машин постоянного и переменного тока		
ПК.33 способность участвовать в разработке новых автоматизированных и автоматических технологий производства продукции и их внедрении, оценке полученных результатов, подготовке технической документации по автоматизации производства и средств его оснащения	у2. уметь рассчитывать основные качественные показатели САУ, выполнять анализ ее устойчивости, синтез регулятора	Математическая модель двигателя постоянного тока независимого возбуждения Ортогональные преобразования фазных переменных Е. Clarke и R.H. Park Основные показатели регулирования скорости, зоны регулирования частоты вращения Принцип векторного управления АД координатами пространственного вектора токов статора Реостатное, фазовое и частотное регулирования частоты вращения асинхронного двигателя, регулирование путем изменения числа пар полюсов и при помощи каскадных схем Синтез внешних контуров регулирования модуля вектора потокосцеплений ротора и частоты вращения асинхронного двигателя Синтез двухконтурной системы векторного управления асинхронным двигателем Синтез двухконтурной системы подчиненного регулирования частоты вращения двигателя постоянного тока независимого возбуждения Синтез контура регулирования тока якоря при настройке на технический оптимум Синтез контура регулирования частоты вращения при настройке на симметричный оптимум. Синтез задающего апериодического фильтра Синтез трехканального релейного и непрерывного регуляторов фазных токов	4 семестр РГЗ, пункт задания: 6, 7 Лабораторные работы: № 1, 3 5 семестр Лабораторная работа: № 2	4 семестр Зачет, вопросы к зачету: № 18, 24–26 5 семестр Экзамен, экзаменационные вопросы: № 2–6, 9, 13–16

		Синтез трехконтурной системы векторного управления АД Системы подчиненного регулирования, технический и симметричный оптимумы		
ПК.7 способность участвовать в разработке проектов по автоматизации производственных и технологических процессов, технических средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством, в практическом освоении и совершенствовании данных процессов, средств и систем	у2. уметь работать с электротехнической аппаратурой и электронными устройствами	Бездатчиковая система векторного управления асинхронным двигателем на базе преобразователя частоты типа "ЭРАТОН-М4" Анализ статических режимов работы асинхронного двигателя с фазным ротором Двухзвенные преобразователи частоты с явно выраженным звеном постоянного тока Преобразователи частоты с непосредственной связью с сетью Принципы управления электроприводом в функции координат, типовые релейно-контакторные схемы управления. Перевод релейно-контакторных схем на бесконтактное управление	4 семестр Лабораторная работа: № 2 5 семестр Лабораторная работа: № 3	4 семестр Зачет, вопросы к зачету: № 14–17 5 семестр Экзамен, экзаменационные вопросы: № 1, 10–12, 18
ПК.7	у3. уметь разрабатывать принципиальные электрические схемы и проектировать типовые электрические и электронные устройства	Бездатчиковая система векторного управления асинхронным двигателем на базе преобразователя частоты типа "ЭРАТОН-М4" Двухзвенные преобразователи частоты с явно выраженным звеном постоянного тока Назначение, функциональная схема, принцип действия и характеристики вентильного преобразователя Параметрическое регулирование частоты вращения двигателя постоянного тока независимого возбуждения Преобразователи частоты с непосредственной связью с сетью Принципы управления электроприводом в функции координат, типовые релейно-контакторные схемы управления. Перевод релейно-контакторных схем на бесконтактное управление Реостатное, фазовое и частотное регулирования частоты вращения асинхронного двигателя, регулирование путем изменения числа пар полюсов и при помощи каскадных схем Синтез двухконтурной системы векторного управления	4 семестр РГЗ, пункт задания: 4, 5, 8 Лабораторная работа: № 3 5 семестр Лабораторные работы: № 2, 3	4 семестр Зачет, вопросы к зачету: № 14–17, 19–21, 25, 26 5 семестр Экзамен, экзаменационные вопросы: № 2–5, 10–12, 17, 18

		асинхронным двигателем Синтез двухконтурной системы подчиненного регулирования частоты вращения двигателя постоянного тока независимого возбуждения Синтез контура регулирования тока якоря при настройке на технический оптимум Синтез контура регулирования частоты вращения при настройке на симметричный оптимум. Синтез задающего апериодического фильтра Система векторного управления АД типа "ЭРАТОН-М4"		
ПК.7	у4. уметь производить наладку, настройку, регулировку, обслуживание технических средств и систем управления	Бездатчиковая система векторного управления асинхронным двигателем на базе преобразователя частоты типа "ЭРАТОН-М4" Конструктивное исполнение, математическое описание, параметры и характеристики электрической машины постоянного тока Основные показатели регулирования скорости, зоны регулирования частоты вращения Параметрическое регулирование частоты вращения двигателя постоянного тока независимого возбуждения Принципы управления электроприводом в функции координат, типовые релейно-контакторные схемы управления. Перевод релейно-контакторных схем на бесконтактное управление Синтез двухконтурной системы векторного управления асинхронным двигателем Синтез двухконтурной системы подчиненного регулирования частоты вращения двигателя постоянного тока независимого возбуждения Синтез контура регулирования тока якоря при настройке на технический оптимум Синтез контура регулирования частоты вращения при настройке на симметричный оптимум. Синтез задающего апериодического фильтра Система векторного управления АД типа "ЭРАТОН-М4" Системы	4 семестр РГЗ, пункт задания: 6–8 Лабораторная работа: № 3 5 семестр Лабораторные работы: № 2, 3	4 семестр Зачет, вопросы к зачету: № 3, 14–18, 24–26 5 семестр Экзамен, экзаменационные вопросы: № 1, 9, 18

		подчиненного регулирования, технический и симметричный оптимумы		
--	--	---	--	--

2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины

Промежуточная аттестация по **дисциплине** проводится в 4 семестре - в форме зачета, в 5 семестре - в форме экзамена, который направлен на оценку сформированности компетенций ОПК.4, ПК.30, ПК.33, ПК.7.

К зачету в 4 семестре допускаются студенты, успешно выполнившие и защитившие расчетно-графическое задание совместно с лабораторными работами.

Зачет проводится в устной форме, на котором оцениваются ответы на билет с двумя вопросами, список которых приведен в соответствующем Паспорте зачета. Время подготовки к ответам на зачете составляет 30 минут.

К экзамену в 5 семестре допускаются студенты, успешно выполнившие и защитившие лабораторные работы.

На экзамене оцениваются ответы на два вопроса билета, список которых приведен в соответствующем Паспорте экзамена. Время подготовки к ответам на экзамене 60 минут.

Кроме того, сформированность компетенций проверяется при проведении мероприятий текущего контроля, указанных в таблице раздела 1.

В 4 семестре обязательным этапом текущей аттестации является расчетно-графическое задание (РГЗ) и лабораторные работы. Требования к выполнению РГЗ, состав и правила оценки сформулированы в паспорте РГЗ.

В 5 семестре обязательным этапом текущей аттестации являются лабораторные работы.

Общие правила выставления оценки по дисциплине определяются балльно-рейтинговой системой, приведенной в рабочей программе учебной дисциплины.

На основании приведенных далее критериев можно сделать общий вывод о сформированности компетенций ОПК.4, ПК.30, ПК.33, ПК.7, за которые отвечает дисциплина, на разных уровнях.

Общая характеристика уровней освоения компетенций

Ниже порогового. Уровень выполнения работ не отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание дисциплины освоено частично, пробелы могут носить существенный характер, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы не достаточно, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнены или выполнены с существенными ошибками.

Пороговый. Уровень выполнения работ отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание дисциплины освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

Базовый. Уровень выполнения работ отвечает всем основным требованиям, теоретическое содержание дисциплины освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.

Продвинутый. Уровень выполнения работ отвечает всем требованиям, теоретическое содержание дисциплины освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»
Кафедра проектирования технологических машин

Паспорт зачета

по дисциплине «Электромеханические системы», 4 семестр

1. Методика оценки

К зачету в 4 семестре допускаются студенты, успешно выполнившие и защитившие расчетно-графическое задание совместно с лабораторными работами, а также набравшие в течение семестра количество баллов не менее 40.

Зачет проводится в устной форме, на котором оцениваются ответы на два вопроса, представленные в форме билета. Каждый из вопросов формируется на основе теоретического и практического материалов по различным видам учебной деятельности, охватывающих содержание двух дидактических единиц. В ходе зачета преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4).

Форма билета для зачета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет МТФ

Билет № 1

к зачету по дисциплине «Электромеханические системы»

1. Электрическая машина постоянного тока.
2. Основные логические функции и законы алгебры логики.

Утверждаю: зав. кафедрой _____ должность, ФИО
(подпись) (дата)

2. Критерии оценки

- Ответ на билет при итоговой аттестации в форме зачета считается **неудовлетворительным**, если студентом даны ответы на вопросы с принципиальными ошибками и значительными неточностями. Оценка составляет менее 10 баллов.
- Ответ на билет при итоговой аттестации в форме зачета засчитывается на **пороговом** уровне, если студентом даны ответы на вопросы с существенными ошибками и неточностями. Оценка составляет 10 баллов.
- Ответ на билет при итоговой аттестации в форме зачета засчитывается на **базовом** уровне, если студентом даны ответы на вопросы с незначительными ошибками и неточностями. Оценка составляет 15 баллов.
- Ответ на билет при итоговой аттестации в форме зачета засчитывается на **продвинутом** уровне, если студентом полные ответы на вопросы. Оценка составляет 20 баллов.

3. Шкала оценки

Зачет считается сданным, если сумма баллов по всем вопросам билета оставляет не менее 10 баллов из 20 возможных.

В общей оценке по дисциплине баллы за зачет учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. Вопросы к зачету по дисциплине «Электромеханические системы»

1. Основные определения, классификация и структура электромеханических систем.
2. Устройство и классификация составных частей электрических машин постоянного и переменного тока.
3. Электрическая машина постоянного тока.
4. Конструктивное исполнение асинхронной электрической машины, принцип вращающегося магнитного поля.
5. Схемы замещения и механическая характеристика асинхронной машины.
6. Синхронная электрическая машина.
7. Режимы электромеханического преобразования энергии в электроприводе по квадрантам механической характеристики.
8. Механическая и электромеханическая характеристики. Типовые нагрузки электроприводов.
9. Приведение момента инерции и сопротивления вращающихся и поступательных масс к валу двигателя.
10. Уравнение движения электропривода при абсолютно жесткой кинематической связи, его анализ на примере грузоподъемного механизма.
11. Двухмассовые электромеханические системы, их описание в пространстве состояний.
12. Статическая устойчивость ЭМС.
13. Линеаризованная математическая модель механической части электропривода.
14. Типовые релейно-контакторные схемы управления пуском ДПТ НВ в функции времени.
15. Типовые релейно-контакторные схемы управления пуском ДПТ НВ в функции скорости.
16. Основные логические функции и законы алгебры логики.
17. Преобразование релейно-контакторных схем ЭМС на бесконтактное управление.
18. Основные показатели регулирования частоты вращения электромеханических систем.
19. Параметрическое регулирование частоты вращения ДПТ НВ.
20. Обобщенная структурная схема вентильного преобразователя, нулевая и мостовая схемы выпрямления.
21. Линейная и аркосинусная СИФУ, временные диаграммы СИФУ мостовой схемы выпрямления.
22. Математическая модель ДПТ по каналам намагничивания и моментообразования.
23. Анализ влияния корней характеристического уравнения и отрицательной обратной связи на характер переходных процессов в ДПТ НВ.
24. Принцип подчиненного регулирования, технический и симметричный оптимумы.
25. Синтез контура регулирования тока якоря ДПТ НВ.
26. Синтез контура регулирования частоты вращения ДПТ НВ.

Паспорт расчетно-графического задания

по дисциплине «Электромеханические системы», 4 семестр

1. Методика оценки

В рамках расчетно-графического задания по дисциплине Электромеханические системы в 4 семестре студенты, на основании исходных данных, осуществляют синтез астатической системы подчиненного регулирования частоты вращения исполнительного двигателя постоянного тока.

В ходе выполнения расчетно-графического задания выполняется математическое описание процессов в электромеханическом преобразователе электрической энергии, анализ базовых принципов организации САУ с каскадным включением регуляторов, а также определяется структура и параметры последовательных корректирующих устройств в замкнутых контурах регулирования тока якоря и угловой скорости вала.

Примерный перечень обязательных структурных частей РГЗ включает в себя:

1. Титульный лист.
2. Исходные данные.
3. Содержание.
4. Математическая модель двигателя постоянного тока независимого возбуждения.
5. Анализ процессов в электромеханической системе.
6. Системы с каскадным включением регуляторов и желаемые настройки контуров.
7. Синтез двухконтурной САУ частотой вращения якоря.
8. Заключение.
9. Список используемой литературы.

Оцениваемые позиции:

Расчетно-графическое задание оценивается по балльно-рейтинговой системе в количестве 15 – 30 баллов по результатам выполнения пунктов задания и защиты РГЗ, которая длится в течение 15-20 минут и включает в себя обсуждение следующих тем:

- математические модели двигателя постоянного тока независимого возбуждения в виде структурных схем и передаточных функций при постоянстве магнитного потока и приведенного к валу момента инерции нагрузки;
- принцип подчиненного регулирования и последовательной коррекции при синтезе электромеханических систем постоянного тока;
- типовые настройки систем с каскадным включением регуляторов;
- синтез внутреннего контура регулирования тока якоря двигателя постоянного тока независимого возбуждения при настройке на технический оптимум;
- синтез внешнего контура регулирования частоты вращения двигателя постоянного тока независимого возбуждения с задающим фильтром на входе при настройке на симметричный оптимум;
- структурная схема, ЛАЧХ и переходная характеристика пропорционально-интегрирующего регулятора;
- анализ результатов цифрового моделирования переходных и установившихся процессов в синтезированной системе подчиненного регулирования скорости двигателя постоянного тока независимого возбуждения.

Временные критерии начисление баллов:

- Все пункты РГЗ успешно выполнены, но отдельные задания завершены или защищены после 16-ой недели – 15 баллов.
- Все пункты РГЗ успешно завершены и защищены в течение 16 недель учебного семестра, но с нарушением временного графика выполнения заданий – 25 баллов.
- Все пункты РГЗ успешно выполнены и защищены в установленные сроки – 30 баллов.

2. Критерии оценки

- Работа считается **не выполненной**, если не все пункты РГЗ, связанные с синтезом астатической системы подчиненного регулирования завершены и оформлены. Общее количество баллов составляет менее 15.
- Расчетно-графическое задание считается выполненным на **пороговом** уровне, если студент выполнил все задания не в срок и с существенными ошибками, а также защитил работу на оценку удовлетворительно. Общее количество баллов 15.
- Расчетно-графическое задание считается выполненным на **базовом** уровне, если студент выполнил все задания в срок, без существенных ошибок, но защитил работу на оценку удовлетворительно или хорошо. Общее количество баллов 25.
- Расчетно-графическое задание считается выполненным на **продвинутом** уровне, если студент, выполнил все задания в срок без существенных ошибок, а также защитил работу на оценку отлично. Общее количество баллов 30.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине баллы за РГЗ учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. Структура расчетно-графического задания

Расчетно-графическое задание
на тему: “Синтез астатической системы подчиненного регулирования
частоты вращения двигателя постоянного тока независимого возбуждения
при постоянстве магнитного потока”

4.1. Исходные данные

В качестве исполнительного двигателя постоянного тока независимого возбуждения (ДПТ НВ) принять электрическую машину с параметрами из лабораторной работы №1.

4.2. Порядок выполнения расчетно-графической работы

1. Представить математическую модель ДПТ НВ в виде структурной схемы и определить корни характеристического уравнения второго порядка.
2. Методом цифрового моделирования получить переходные процессы по частоте вращения ДПТ НВ при пуске с нулевых начальных значений и $U_{\text{яном}}$, а также последующим скачкообразным набросом номинального момента сопротивления.
3. Описать структуру системы автоматического управления с каскадным включением регуляторов, а также желаемые настройки контуров регулирования, соответствующих техническому и симметричному оптимумам.

4. Выполнить синтез контура регулирования тока якоря при настройке на технический оптимум.
5. Синтезировать последовательное корректирующее устройство (регулятор) контура регулирования частоты вращения при настройке на симметричный оптимум с апериодическим фильтром на входе.
6. Проверить правильность синтеза каждого из контуров в замкнутом состоянии методом цифрового моделирования по управляющему и возмущающему воздействиям, сравнив полученные показатели качества переходных процессов с нормированными значениями.
7. Получить методом цифрового моделирования переходной процесс по выходу в системе подчиненного регулирования частоты вращения ДПТ НВ с апериодическим фильтром на входе “в малом” при прямом пуске с нулевых начальных условий на скорость $1/25$ от номинального значения.
8. Сделать выводы по анализу и синтезу системы подчиненного регулирования частоты вращения двигателя постоянного тока независимого возбуждения.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»
Кафедра проектирования технологических машин

Паспорт экзамена

по дисциплине «Электромеханические системы», 5 семестр

1. Методика оценки

К экзамену в 5 семестре допускаются студенты, успешно выполнившие и защитившие лабораторные работы, а также набравшие в течение семестра количество баллов не менее 30.

Экзамен проводится в устной форме, на котором оцениваются ответы на два вопроса, представленные в форме билета. Каждый из вопросов формируется на основе теоретического и практического материалов по различным видам учебной деятельности, охватывающих содержание двух дидактических единиц. В ходе экзамена преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4).

Форма экзаменационного билета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет МТФ

Билет № 1

к экзамену по дисциплине «Электромеханические системы»

1. Ортогональные преобразования трехфазных переменных в асинхронной машине Е. Clarke и R.H. Park.

2. Синтез релейного контура регулирования фазных токов статора.

Утверждаю: зав. кафедрой _____ должность, ФИО
(подпись)

(дата)

2. Критерии оценки

- Ответ на экзаменационный билет считается **неудовлетворительным**, если студентом даны ответы на экзаменационные вопросы с принципиальными ошибками и значительными неточностями. Оценка составляет менее 20 баллов.

- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **пороговом** уровне, если студентом даны ответы на экзаменационные вопросы с существенными ошибками и неточностями. Оценка составляет 20 баллов.

- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **базовом** уровне, если студентом даны ответы на экзаменационные вопросы с незначительными ошибками и неточностями. Оценка составляет 30 баллов.

- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **продвинутом** уровне, если студентом полные ответы на экзаменационные вопросы. Оценка составляет 40 баллов.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине экзаменационные баллы учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. Вопросы к экзамену по дисциплине «Электромеханические системы»

1. Типовые релейно-контакторные схемы управления пуско-тормозными режимами работы асинхронного двигателя
2. Реостатное и фазовое регулирования частоты вращения асинхронного двигателя.
3. Законы М.П. Костенко при регулировании частоты вращения с постоянством длительно допустимого момента и мощности.
4. Регулирование частоты вращения асинхронного двигателя путем введения в цепь ротора добавочной ЭДС (каскадные схемы регулирования).
5. Регулирование частоты вращения асинхронного двигателя путем изменения числа пар полюсов.
6. Ортогональные преобразования трехфазных переменных в асинхронной машине E. Clarke и R.H. Park.
7. Математическая модель асинхронного двигателя после преобразования E. Clarke.
8. Математическая модель асинхронного двигателя при управлении токами статора в полеориентированной системе координат d, q .
9. Обобщенная структура системы векторного управления асинхронным двигателем.
10. Двухзвенные преобразователи частоты с явно выраженным звеном постоянного тока в электроприводах переменного тока.
11. Преобразователи частоты с непосредственной связью с сетью.
12. Принцип ШИМ в автономных инверторах напряжения.
13. Синтез релейного контура регулирования фазных токов статора.
14. Синтез непрерывного контура регулирования фазных токов статора.
15. Синтез регулятора магнитного потока в системах векторного управления асинхронным двигателем.
16. Синтез регулятора частоты вращения в системах векторного управления асинхронным двигателем.
17. Синтез наблюдателя магнитного состояния и частоты вращения асинхронного двигателя.
18. Бездатчиковая система векторного управления асинхронным двигателем на базе преобразователя частоты типа “ЭРАТОН-М4”
19. Программное управление электромеханическими системами.
20. Следящее управление электромеханическими системами.

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

Кафедра проектирования технологических машин

**Паспорт
лабораторных работ**

по дисциплине «Электромеханические системы», 4 семестр

1. Методика оценки

Данный вид учебной деятельности по дисциплине Электромеханические системы в 4 семестре связан с изучением статических и динамических характеристик электромеханических преобразователей энергии постоянного и переменного токов в составе промышленных установок и технологических комплексов, участвующих в производственном процессе машиностроительного производства.

В состав обязательных частей отчета по каждой из лабораторных работ входят титульный лист, цель, описание пунктов задания, структурные схемы, графики процессов во временной и/или частотной областях, требуемые расчеты, аналитическая проверка полученных результатов и итоговый вывод о проделанной работе.

Оцениваемые позиции:

Лабораторные работы оцениваются по балльно-рейтинговой системе в количестве 25 – 50 баллов по результатам самостоятельного выполнения пунктов задания, оформления отчета и результата защиты в соответствии со следующими критериями:

- от 7 до 15 баллов за лабораторную работу № 1;
- от 8 до 15 баллов за лабораторную работу № 2;
- от 10 до 20 баллов за лабораторную работу № 3.

2. Критерии оценки

- Лабораторная работа считается **не выполненной**, если студент отсутствовал на занятии по неуважительной причине, выполнены не все пункты задания, не предоставлен отчет или при защите даны ответы не на все вопросы. Общее количество баллов составляет менее 25.

- Лабораторная работа считается выполненной на **пороговом** уровне, если часть пунктов задания выполнена вне отведенного времени, отчет оформлен с замечаниями и на защите даны ответы с существенными ошибками и неточностями. Общее количество баллов 25.

- Лабораторная работа считается выполненной на **базовом** уровне, если студент выполнил все пункты задания во время занятия, отчет оформлен без существенных замечаний и на защите даны ответы на вопросы с незначительными ошибками и неточностями. Общее количество баллов 40.

- Лабораторная работа считается выполненной на **продвинутом** уровне, если студент выполнил все пункты задания во время занятия, отчет оформлен без замечаний и на защите даны полные ответы на все вопросы. Общее количество баллов 50.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине баллы за лабораторные работы учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. Перечень тем лабораторных работ

1. Лабораторная работа № 1.

Математическая модель двигателя постоянного тока независимого возбуждения – 4 часа

Изучение статических и динамических характеристик двигателя постоянного тока независимого возбуждения с различными видами нагрузок при помощи компьютерного моделирования.

2. Лабораторная работа № 2.

Анализ статических режимов работы асинхронного двигателя с фазным ротором – 6 часов

Изучение статических механических характеристик асинхронного двигателя с фазным ротором.

3. Лабораторная работа № 3.

Синтез двухконтурной системы подчиненного регулирования частоты вращения двигателя постоянного тока независимого возбуждения – 8 часов

Синтез двухконтурной замкнутой САУ частотой вращения двигателя постоянного тока с каскадным включением регуляторов.

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

Кафедра проектирования технологических машин

**Паспорт
лабораторных работ**

по дисциплине «Электромеханические системы», 5 семестр

1. Методика оценки

Данный вид учебной деятельности по дисциплине Электромеханические системы в 5 семестре связан с изучением алгоритмов векторного управления частотой вращения ротора электрических машин переменного тока применительно к решению прикладных задач автоматизации технологических процессов и производств в машиностроении.

В состав обязательных частей отчета по каждой из лабораторных работ входят титульный лист, цель, описание пунктов задания, структурные схемы, графики процессов во временной и/или частотной областях, требуемые расчеты, аналитическая проверка полученных результатов и итоговый вывод о проделанной работе.

Оцениваемые позиции:

Лабораторные работы оцениваются по балльно-рейтинговой системе в количестве 30 – 60 баллов по результатам самостоятельного выполнения пунктов задания, оформления отчета и результата защиты в соответствии со следующими критериями:

- от 12 до 22 баллов за лабораторную работу № 1;
- от 10 до 20 баллов за лабораторную работу № 2;
- от 8 до 18 баллов за лабораторную работу № 3;

2. Критерии оценки

- Лабораторная работа считается **не выполненной**, если студент отсутствовал на занятии по неуважительной причине, выполнены не все пункты задания, не предоставлен отчет или при защите даны ответы не на все вопросы. Общее количество баллов составляет менее 30.

- Лабораторная работа считается выполненной на **пороговом** уровне, если часть пунктов задания выполнена вне отведенного времени, отчет оформлен с замечаниями и на защите даны ответы с существенными ошибками и неточностями. Общее количество баллов 30.

- Лабораторная работа считается выполненной на **базовом** уровне, если студент выполнил все пункты задания во время занятия, отчет оформлен без существенных замечаний и на защите даны ответы на вопросы с незначительными ошибками и неточностями. Общее количество баллов 45.

- Лабораторная работа считается выполненной на **продвинутом** уровне, если студент выполнил все пункты задания во время занятия, отчет оформлен без замечаний и на защите даны полные ответы на все вопросы. Общее количество баллов 60.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине баллы за лабораторные работы учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. Перечень тем лабораторных работ

1. Лабораторная работа № 1.

Векторно-матричные модели асинхронного двигателя – 8 часов

Изучение статических и динамических режимов работы асинхронного двигателя на основании математической модели, полученной путем двукратного линейного преобразования исходного базиса.

2. Лабораторная работа № 2.

Синтез двухконтурной системы векторного управления асинхронным двигателем – 6 часов

Определение структуры и параметров последовательных корректирующих устройств замкнутой системы управления частотой вращения асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором.

3. Лабораторная работа № 3.

Бездатчиковая система векторного управления асинхронным двигателем на базе преобразователя частоты типа "ЭРАТОН-М4" – 4 часа

Практическое ознакомление и исследование статических и динамических характеристик асинхронного электропривода на базе преобразователя частоты "ЭРАТОН-М4".