

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

Кафедра электропривода и автоматизации промышленных установок

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН ФМА
к.т.н. Вильбергер М. Е.
“ ____ ” _____ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Мехатронные устройства и системы

Образовательная программа: 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, магистерская
программа: Мехатронные и автоматизированные комплексы и системы

Курс: 1, семестр : 1

Факультет мехатроники и автоматизации,

		Семестр
№	Вид деятельности	1
1	Всего зачетных единиц (кредитов)	2
2	Всего часов	72
3	Всего занятий в контактной форме, час.	58
4	Лекции, час.	18
5	Практические занятия, час.	36
6	Лабораторные занятия, час.	0
7	из них в активной и интерактивной форме, час.	0
8	Аттестация, час.	2
9	Консультации, час.	2
10	Самостоятельная работа, час.	14
11	Виды самостоятельной работы (курсовой проект, курсовая работа, РГЗ, подготовка к контрольной работе)	
12	Вид аттестации	ДЗ

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению (специальности): 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

ФГОС введен в действие приказом №1500 от 21.11.2014 г. , дата утверждения: 11.12.2014 г.

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

Рабочая программа разработана на основе компетентностной модели выпускника по направлению (специальности): 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

ЭАПУ, протокол заседания кафедры №5 от 20.06.2017

Утверждена на совете факультета мехатроники и автоматизации, протокол № 6 от 21.06.2017

Программу разработал:

доцент, к.т.н. Боченков Б. М.

Заведующий кафедрой:

профессор, д.т.н. Аносов В. Н.

Ответственный за образовательную программу:

заведующий кафедрой Нейман В. Ю.

1. Внешние требования

Таблица 1.1

Компетенция ФГОС: ОПК.1 способность формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать и создавать критерии оценки; в части следующих результатов обучения:
31. знать тенденции развития современных сложных инженерных систем, мехатронных узлов и модулей
Компетенция ФГОС: ОПК.2 способность применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы; в части следующих результатов обучения:
34. знать современные методы решения задач автоматического управления техническими объектами
Компетенция ФГОС: ПК.2 способность самостоятельно выполнять исследования; в части следующих результатов обучения:
у3. уметь провести цифровое моделирование мехатронных систем и их элементов

2. Требования НГТУ к результатам освоения дисциплины

Таблица 2.1

Результаты изучения дисциплины по уровням освоения (иметь представление, знать, уметь, владеть)	Формы организации занятий
Мехатронные устройства и системы	
ОПК.1.31 знать тенденции развития современных сложных инженерных систем, мехатронных узлов и модулей	
1.Тенденции развития современных сложных инженерных систем, мехатронных узлов и модулей	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
ОПК.2.34 знать современные методы решения задач автоматического управления техническими объектами	
2.Современные методы решения задач автоматического управления техническими объектами	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
ПК.2.у3 уметь провести цифровое моделирование мехатронных систем и их элементов	
3.Провести цифровое моделирование мехатронных систем и их элементов	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа

3. Содержание и структура учебной дисциплины

Таблица 3.1

Темы лекций	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 1				
Дидактическая единица: Тенденции развития современных систем.				
1. Тенденции развития современных сложных инженерных систем. Понятия "мехатроника", "мехатронный узел или модуль"	0	2	1, 2	На лекции рассматриваются тенденции развития современных сложных инженерных систем, история возникновения понятий "мехатроника", "мехатронный узел или модуль"
Дидактическая единица: Принципы построения современных мехатронных модулей и систем				
2. конструктивные решения модулей, мехатронный модуль электромеханизма поступательного движения	0	1	1, 2	Рассматриваются конструктивные решения модулей, мехатронный модуль электромеханизма поступательного движения

3. безредукторные модули мотор-шпинделя, поворотного стола,	0	2	1, 2	Рассматриваются конструктивные особенности безредукторных модулей мотор-шпинделя и поворотного стола для металлорежущих станков типа "Обрабатывающий центр".
4. Безредукторный мехатронный модуль мотор-колеса для индивидуального транспортного средства,	0	1	1, 2, 3	Рассматриваются особенности построения безредукторных мехатронных модулей мотор-колеса для индивидуального транспортного средства
5. Безредукторный электромеханический усилитель руля автомобиля.	0	2	1, 2	На лекции рассматриваются технические требования, предъявляемые к электромеханическим усилителям руля автомобиля и реализация этих требований с помощью мехатронного подхода к проектированию.
6. Механизмы с параллельной кинематикой.	0	2	1, 2, 3	Рассматривается принцип построения механизмов с параллельной кинематикой на примере гексапода. Используется фильм-лекция В.Г. Кагана.
Дидактическая единица: Векторное управление в мехатронных системах				
7. Принцип полеориентирования, понятие изображающего и результирующего вектора, их количественное соотношение	0	2	1, 2, 3	Рассматривается принцип полеориентирования Феликса Блашке, понятие изображающего и результирующего вектора, их количественное соотношение
8. Координатные преобразователи для управления синхронным двигателем, построенные на основе элементов аналоговой техники	0	2	1, 2, 3	Рассматриваются координатные преобразователи для управления синхронным двигателем, построенные на основе элементов аналоговой техники
9. Координатные преобразователи на основе элементов цифровой техники	0	2	2, 3	Рассматриваются функциональные схемы координатных преобразователей на основе элементов цифровой техники
10. Силовые преобразователи с векторной широтно-импульсной модуляцией.	0	2	1, 2, 3	Представление силового импульсного преобразователя векторным устройством, принцип формирования среднего значения вектора с помощью векторной ШИМ, алгоритмы векторной ШИМ и их схемная реализация.

Таблица 3.2

Темы практических занятий	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 1				
Дидактическая единица: Принципы построения современных мехатронных модулей и систем				
1. Мехатронный модуль электромеханизма поступательного движения	0	4	1, 2, 3	Студенты, разбирая и рассматривая реальные образцы мехатронных модулей электромеханизмов поступательного движения, знакомятся с особенностями конструкций электромеханизмов проходного и выдвигного типа, с принципом работы шариковинтовой пары, с методами интеграции механических, электромеханических и электронных элементов в единый мехатронный модуль.
2. Мехатронные модули электромеханического усилителя руля автомобиля	0	4	1, 2, 3	Разбирая и рассматривая реальные образцы электромеханических усилителей руля, студенты знакомятся с принципами построения мехатронных модулей, с устройством энергетически нагруженных и информационных элементов мехатронных систем, например таких, как датчик положения ротора на основе элемента Холла.
3. Мехатронный модуль безредукторного мотор-колеса	0	4	1, 2, 3	Рассматривая реальные образцы мехатронных модулей мотор-колёс, выполненных на основе синхронных двигателей магнитоэлектрического возбуждения, студенты знакомятся с принципом действия и основными характеристиками энергетически нагруженных и информационно-измерительных устройств мехатронных систем.
4. 9. Механизмы с параллельной кинематикой (гексаподы).	0	4	1, 2, 3	С использованием мультимедийного оборудования изучаются принципы построения и варианты применения гексаподов.
Дидактическая единица: Векторное управление в мехатронных системах				

5. Алгоритмы векторной ШИМ и их схемная реализация.	0	4	1, 2, 3	Студенты рассматривают функциональные и принципиальные схемы систем управления инверторами напряжения, применяемых в системах векторного управления синхронными электродвигателями. При этом на занятиях заслушивается выступление студентов на заранее заданную тему с последующим обсуждением наиболее интересных моментов
6. Системы управления с векторной ШИМ, работающие в шагающей системе координат.	0	4	1, 2, 3	Студенты рассматривают функциональные и принципиальные схемы систем управления инверторами напряжения, применяемые в системах векторного управления и работающие в шагающей системе координат. При этом на занятиях заслушивается выступление студентов на заранее заданную тему с последующим обсуждением наиболее интересных моментов
7. Принцип полеориентирования, понятие изображающего и результирующего вектора, их количественное соотношение	0	4	1, 2, 3	Изучается принцип полеориентирования, понятие изображающего и результирующего вектора, их количественное соотношение, при этом на занятиях заслушивается выступление студентов на заранее заданную тему с последующим обсуждением наиболее интересных моментов.

8. Координатные преобразователи для управления синхронным двигателем, построенные на основе элементов аналоговой техники	0	4	1, 2, 3	Студенты рассматривают функциональные и принципиальные схемы координатных преобразователей, применяемых в системах векторного управления синхронными электродвигателями, выполненных на основе индуктивных датчиков положения (селинов и синусно - косинусных вращающихся трансформаторов). При этом на занятиях заслушивается выступление студентов на заранее заданную тему с последующим обсуждением наиболее интересных моментов.
9. Координатные преобразователи на основе элементов цифровой техники	0	4	1, 2, 3	Студенты рассматривают функциональные и принципиальные схемы координатных преобразователей, применяемых в системах векторного управления синхронными электродвигателями, выполненных на основе элементов цифровой техники. При этом на занятиях заслушивается выступление студентов на заранее заданную тему с последующим обсуждением наиболее интересных моментов.

4. Самостоятельная работа обучающегося

№	Виды самостоятельной работы	Ссылки на результаты обучения	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 1				
1	Подготовка к занятиям	1, 2, 3	6	0
При подготовке к практическим занятиям студент по конспекту и учебникам знакомится с основными вопросами соответствующей темы и формулирует непонятные вопросы.: Родыгин А. В. Силовая электроника (ЭАПУ) [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / А. В. Родыгин ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2015]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000222209 . - Загл. с экрана. Родыгин А. В. Информатика и информационные технологии (ЭАПУ) [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / А. В. Родыгин ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2015]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000215243 . - Загл. с экрана.				
2	Подготовка к аттестации	1, 2, 3	8	2

Перед зачётом выдаётся перечень вопросов, по которым студент готовится, пользуясь учебниками и конспектом лекций.: Родыгин А. В. Силовая электроника (ЭАПУ) [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / А. В. Родыгин ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2015]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000222209. - Загл. с экрана. Родыгин А. В. Информатика и информационные технологии (ЭАПУ) [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / А. В. Родыгин ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2015]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000215243. - Загл. с экрана.

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	Портал НГТУ
Консультирование	e-mail
Контроль	e-mail
Размещение учебных материалов	Портал НГТУ

Таблица 5.2

Активные и интерактивные формы проведения занятий

№	Наименование активных форм
1	Дискуссия
Краткое описание применения:	

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	Максимальный балл
Семестр: 1	
<i>Зачет:</i>	100

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

Таблица 6.2

Коды компетенций ФГОС	Результаты обучения	Формы контроля	
			Зачет
ОПК.1	31. знать тенденции развития современных сложных инженерных систем, мехатронных узлов и модулей		+
ОПК.2	34. знать современные методы решения задач автоматического управления техническими объектами		+

ПК.2	у3. уметь провести цифровое моделирование мехатронных систем и их элементов	+
-------------	---	---

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

7. Литература

Основная литература

1. Подураев Ю. В. Мехатроника: основы, методы, применение : учебное пособие для вузов по специальности "Мехатроника" направления подготовки "Мехатроника и робототехника" / Ю. В. Подураев. - М., 2007. - 255 с. : ил.
2. Жмудь В. А. Динамика мехатронных систем : учебное пособие / В. А. Жмудь, Г. А. Французова, А. С. Востриков ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2014. - 174, [1] с. : ил. - Парал. тит. л. и огл. англ..
3. Лукинов А. П. Проектирование мехатронных и робототехнических устройств : учебное пособие / А. П. Лукинов. - Санкт-Петербург [и др.], 2012. - 605 с. : ил., табл. + 1 CD.
4. Конюх В. Л. Компьютерная автоматизация производства. Ч. 1 : учебное пособие / Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2006. - 106, [1] с. : ил., схемы. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000054162

Дополнительная литература

1. Боченков Б. М. Бесконтактные двухзонные электроприводы с синхронными двигателями магнитоэлектрического возбуждения для металлорежущих станков : дис. ... канд. техн. наук : 05.09.03 / Боченков Борис Михайлович ; науч. рук. Каган В. Г. ; Новосиб. электротехн. ин-т. - Новосибирск, 1988. - 177 л. : ил., прил.

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 "Znanium.com" : <http://znanium.com/>
5. :

8. Методическое и программное обеспечение

8.1 Методическое обеспечение

1. Родыгин А. В. Силовая электроника (ЭАПУ) [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / А. В. Родыгин ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2015]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000222209. - Загл. с экрана.
2. Родыгин А. В. Информатика и информационные технологии (ЭАПУ) [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / А. В. Родыгин ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2015]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000215243. - Загл. с экрана.

8.2 Специализированное программное обеспечение

1 MathCAD

9. Материально-техническое обеспечение

Лабораторный стенд

№	Наименование	Назначение
1	Лабораторный стенд для исследования ЭП переменного тока	Ознакомление с алгоритмами векторного управления электродвигателями и силовыми преобразователями

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

Кафедра электропривода и автоматизации промышленных установок

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН ФМА
к.т.н., доцент М.Е. Вильбергер
“ ____ ” _____ ____ г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Мехатронные устройства и системы

Образовательная программа: 27.04.04 Управление в технических системах, магистерская
программа: Автоматическое управление технологическими процессами и системами

1. Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине Мехатронные устройства и системы приведена в Таблице.

Таблица

Формируемые компетенции	Показатели сформированности компетенций (знания, умения, навыки)	Темы	Этапы оценки компетенций	
			Мероприятия текущего контроля (курсовой проект, РГЗ(Р) и др.)	Промежуточная аттестация (экзамен, зачет)
ОК.3 готовность к активному общению с коллегами в научной, производственной и социально-общественной сферах деятельности	31. знать тенденции развития современных сложных инженерных систем, мехатронных узлов и модулей	безредукторные модули мотор-шпинделя, поворотного стола, Безредукторный мехатронный модуль мотор-колеса для индивидуального транспортного средства, Безредукторный электромеханический усилитель руля автомобиля. конструктивные решения модулей, мехатронный модуль электромеханизма поступательного движения Координатные преобразователи для управления синхронным двигателем, построенные на основе элементов аналоговой техники Механизмы с параллельной кинематикой. Принцип полеориентирования, понятие изображающего и результирующего вектора, их количественное соотношение Силовые преобразователи с векторной широтно-импульсной модуляцией. Тенденции развития современных сложных инженерных систем. Понятия "мехатроника", "мехатронный узел или модуль"		Зачет, вопросы 1-25.
ПК.1/НИ способность формулировать цели, задачи научных исследований в области автоматического управления, выбирать методы и средства решения задач	33. знать современные методы решения задач автоматического управления техническими объектами	безредукторные модули мотор-шпинделя, поворотного стола, Безредукторный мехатронный модуль мотор-колеса для индивидуального транспортного средства, Безредукторный электромеханический усилитель руля автомобиля. конструктивные решения модулей, мехатронный модуль электромеханизма поступательного движения Механизмы с параллельной кинематикой. Мехатронные модули электромеханического усилителя руля автомобиля Мехатронный модуль безредукторного мотор-колеса Мехатронный модуль		Зачет, вопросы 9-25

		электромеханизма поступательного движения Тенденции развития современных сложных инженерных систем. Понятия "мехатроника", "мехатронный узел или модуль" 9. Механизмы с параллельной кинематикой (гексаподы).		
ПК.4/НИ способность к организации и проведению экспериментальных исследований и компьютерного моделирования с применением современных средств и методов	у2. уметь провести цифровое моделирование мехатронных систем и их элементов	Алгоритмы векторной ШИМ и их схемная реализация. Координатные преобразователи для управления синхронным двигателем, построенные на основе элементов аналоговой техники Координатные преобразователи на основе элементов цифровой техники Принцип полеориентирования, понятие изображающего и результирующего вектора, их количественное соотношение Силовые преобразователи с векторной широтно-импульсной модуляцией. Системы управления с векторной ШИМ, работающие в шагающей системе координат.		Зачет, вопросы...

2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в 1 семестре - в форме дифференцированного зачета, который направлен на оценку сформированности компетенций ОК.3, ПК.1/НИ, ПК.4/НИ.

Зачет проводится в устной форме, по билетам. В каждом билете представлен один вопрос, на который студент должен дать развернутый ответ. Время подготовки к ответам на вопрос билета составляет не более 0,5 часа. В ходе ответа студента, экзаменатор имеет право задавать дополнительные уточняющие вопросы в рамках тематик вопросов билета. Кроме того, сформированность компетенций проверяется при проведении мероприятий текущего контроля, указанных в таблице раздела 1.

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

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 ОК.3, ПК.1/НИ, ПК.4/НИ, за которые отвечает дисциплина, на разных уровнях.

Общая характеристика уровней освоения компетенций.

Ниже порогового. Уровень выполнения работ не отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса 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 курса 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 курса 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 курса 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.

Паспорт зачета

по дисциплине «Мехатронные устройства и системы», 1 семестр

1. Методика оценки

Зачет проводится в устной форме, по билетам. Билет включает в себя один вопрос из общего списка (список вопросов приведен ниже). В ходе экзамена преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4).

Форма билета для зачета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет ФМА

Билет № 1

к зачету по дисциплине «Мехатронные устройства и системы»

1. Понятия «Мехатронная система», «Мехатронный модуль».

Утверждаю: зав. кафедрой ЭАПУ _____ профессор, Аносов В.Н.
(подпись) (должность, ФИО)

«___» _____ 20__ г.
(дата)

2. Критерии оценки

- Ответ на билет для зачета считается **неудовлетворительным**, если студент при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, не способен показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает принципиальные ошибки, оценка составляет 0-50 баллов.
- Ответ на билет (тест) для зачета засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопросы дает определение основных понятий, может показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает не принципиальные ошибки, например, вычислительные, оценка составляет 51-65 баллов.
- Ответ на билет для зачета билет засчитывается на **базовом** уровне, если студент при ответе на вопросы формулирует основные понятия, законы, дает характеристику процессов, явлений, проводит анализ причин, условий, может представить качественные характеристики процессов, не допускает ошибок при решении задачи, оценка составляет 66-75 баллов.
- Ответ на билет для зачета билет засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент при ответе на вопросы проводит сравнительный анализ подходов, проводит

комплексный анализ, выявляет проблемы, предлагает механизмы решения, способен представить количественные характеристики определенных процессов, приводит конкретные примеры из практики, не допускает ошибок и способен обосновать выбор метода решения задачи, оценка составляет 76-100 баллов.

3. Шкала оценки

Зачет считается сданным, если сумма баллов по всем заданиям билета оставляет не менее 50 баллов (из 100 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 «Мехатронные устройства и системы»

1. Понятия «Мехатронная система», «Мехатронный модуль».
2. Достоинства и недостатки мехатронного подхода к проектированию и производству систем воспроизведения движений.
3. Области применения мехатронных устройств.
4. Устройство мехатронного модуля электромеханизма поступательного движения.
5. Устройство мехатронного модуля мотора-шпинделя для металлорежущего станка.
6. Устройство мехатронного модуля безредукторного поворотного мотор-стола для металлорежущего станка.
7. Устройство мехатронного модуля безредукторного мотор-колеса.
8. Устройство мехатронного модуля безредукторного электромеханического усилителя руля автомобиля.
9. Механизмы с параллельной кинематикой (гексаподы).
10. Преимущества механизмов с параллельной кинематикой перед традиционными механизмами (последовательными)
11. Принцип полеориентирования Ф. Блашке.
12. Понятие изображающего и результирующего векторов, их количественное соотношение.
13. Представление системы несинусоидальных функций с помощью изображающего вектора.
14. Алгоритм преобразований изображающего вектора из Декартовой вращающейся в Декартову неподвижную систему координат и обратно. $(d, q \leftrightarrow \alpha, \beta)$
15. Алгоритм преобразований изображающего вектора из Декартовой вращающейся в трёхосевую неподвижную систему координат. $(d, q \leftrightarrow a, b, c)$
16. Требования к координатным преобразователям бесконтактных электроприводов.
17. Индуктивные датчики положения в индикаторном, трансформаторном режимах и

в режиме фазовращателя.

18. Индуктивный датчик положения, как координатный преобразователь.
19. Система частотно-токового управления с индуктивным датчиком положения.
20. Координатные преобразователи для управления синхронным двигателем, построенные на основе элементов аналоговой техники.
21. Координатные преобразователи на основе элементов цифровой техники.
22. Представление силового импульсного преобразователя векторным устройством.
23. Принцип формирования среднего значения вектора с помощью векторной ШИМ.
24. Алгоритмы векторной ШИМ.
25. Применение шагающей системы координат для анализа и синтеза систем с векторной ШИМ.

5.