

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**  
**Автоматизированный электропривод в современных технологиях**

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

Курс: 1 2, семестры : 2 3

Факультет мехатроники и автоматизации,

|    |                                                                                                      | Семестр |     |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-----|
| №  | Вид деятельности                                                                                     | 2       | 3   |
| 1  | Всего зачетных единиц (кредитов)                                                                     | 3       | 3   |
| 2  | Всего часов                                                                                          | 108     | 108 |
| 3  | Всего занятий в контактной форме, час.                                                               | 61      | 60  |
| 4  | Лекции, час.                                                                                         | 18      | 0   |
| 5  | Практические занятия, час.                                                                           | 18      | 36  |
| 6  | Лабораторные занятия, час.                                                                           | 18      | 18  |
| 7  | из них в активной и интерактивной форме, час.                                                        | 30      | 0   |
| 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     | РГЗ |
| 12 | Вид аттестации                                                                                       | Э       | Э   |

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

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:

профессор, д.т.н. Симаков Г. 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

|                                                                                                                                                                                                                                           |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <b>Компетенция ФГОС: ПК.23 готовность применять методы и средства автоматизированных систем управления технологическими процессами электроэнергетической и электротехнической промышленности; в части следующих результатов обучения:</b> |  |
| з3. знать типовые схемы управления электроприводами и схемы комплектных преобразователей                                                                                                                                                  |  |
| у3. уметь проектировать электроприводы и составлять принципиальные схемы систем электрооборудования                                                                                                                                       |  |
| <b>Компетенция ФГОС: ПК.26 способность определять эффективные производственно-технологические режимы работы объектов электроэнергетики и электротехники; в части следующих результатов обучения:</b>                                      |  |
| з3. знать технологические основы построения электроприводов                                                                                                                                                                               |  |
| у3. уметь рассчитывать и выбирать отдельные элементы систем электропривода                                                                                                                                                                |  |

## 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>Автоматизированный электропривод в современных технологиях</i>                                               |                                                                           |
| <b>ПК.23.з3 знать типовые схемы управления электроприводами и схемы комплектных преобразователей</b>            |                                                                           |
| 1.Типы регуляторов в системах автоматизированного электропривода                                                | Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа |
| 2.силовые схемы систем автоматизированного электропривода                                                       | Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа |
| <b>ПК.26.з3 знать технологические основы построения электроприводов</b>                                         |                                                                           |
| 3.элементы технологий типовых технологических процессов                                                         | Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа |
| <b>ПК.26.у3 уметь рассчитывать и выбирать отдельные элементы систем электропривода</b>                          |                                                                           |
| 4.рассчитывать и выбирать отдельные элементы систем электропривода                                              | Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа |
| <b>ПК.23.у3 уметь проектировать электроприводы и составлять принципиальные схемы систем электрооборудования</b> |                                                                           |
| 5.Настройки систем автоматизированного электропривода                                                           | Лекции; Практические занятия; 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 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|------|-------------------------------|----------------------|
| <b>Семестр: 2</b>                                                                             |                      |      |                               |                      |
| <b>Дидактическая единица: Виды технологических процессов. Построение систем автоматизации</b> |                      |      |                               |                      |

|                                                                                                                                                                                                                                                          |   |   |         |                                                                                                                                                                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Предмет дисциплины и её задачи. Структура и содержание разделов курса. Взаимосвязь между разделами курса и другими дисциплинами. Современные виды технологических процессов в машиностроении и металлургии. Принципы построения систем автоматизации. | 0 | 4 | 1, 3    | Введение в дисциплину. Изучение предмета дисциплины и её задач, структуры курса. Перечисление современных видов технологических процессов в машиностроении и металлургии. Знакомство с принципами построения систем автоматизации. |
| <b>Дидактическая единица: Регулирование скорости электроприводов металлорежущих станков и прокатных станов</b>                                                                                                                                           |   |   |         |                                                                                                                                                                                                                                    |
| 2. Регулирование скорости электроприводов при постоянстве мощности. Электромеханическое регулирование скорости.                                                                                                                                          | 0 | 2 | 1, 3, 5 | Изучение способов регулирования скорости электроприводов при постоянстве мощности                                                                                                                                                  |
| 3. Особенности замкнутых систем регулирования скорости при переменном потоке двигателя. Расчет параметров регуляторов во второй зоне регулирования скорости.                                                                                             | 0 | 4 | 5       |                                                                                                                                                                                                                                    |
| <b>Дидактическая единица: Ограничение нагрузки электроприводов</b>                                                                                                                                                                                       |   |   |         |                                                                                                                                                                                                                                    |
| 4. Способы ограничения нагрузки электроприводов                                                                                                                                                                                                          | 0 | 4 | 1, 5    | Изучение способов ограничения нагрузки электроприводов                                                                                                                                                                             |
| <b>Дидактическая единица: Следящий электропривод в современных технологиях</b>                                                                                                                                                                           |   |   |         |                                                                                                                                                                                                                                    |
| 5. Общие принципы построения следящих электроприводов.                                                                                                                                                                                                   | 0 | 4 | 1, 3, 4 | Построение регуляторов в режиме малых и больших перемещений                                                                                                                                                                        |
| <b>Семестр: 3</b>                                                                                                                                                                                                                                        |   |   |         |                                                                                                                                                                                                                                    |
| <b>Дидактическая единица: Типовые системы автоматизации процессов металлообработки</b>                                                                                                                                                                   |   |   |         |                                                                                                                                                                                                                                    |
| 10. Автоматизация процессов возвратно-поступательного движения                                                                                                                                                                                           | 0 | 0 | 1, 3    | Изучение методов автоматизации процессов возвратно-поступательного движения                                                                                                                                                        |
| <b>Дидактическая единица: Числовое программное управление металлорежущими станками</b>                                                                                                                                                                   |   |   |         |                                                                                                                                                                                                                                    |
| 11. Функциональная схема ЧПУ. Интерполяторы.                                                                                                                                                                                                             | 0 | 0 | 1, 2, 3 | Изучение принципов интерполяторов перемещения электропривода рабочего органа.                                                                                                                                                      |

Таблица 3.2

| Темы лабораторных работ                                                                       | Активные формы, час. | Часы | Ссылки на результаты обучения | Учебная деятельность                          |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|------|-------------------------------|-----------------------------------------------|
| <b>Семестр: 2</b>                                                                             |                      |      |                               |                                               |
| <b>Дидактическая единица: Виды технологических процессов. Построение систем автоматизации</b> |                      |      |                               |                                               |
| 5. Исследование двухконтурной системы регулирования скорости с релейными регуляторами.        | 0                    | 2    | 4, 5                          | Строить СПР с релейным регулятором тока       |
| <b>Дидактическая единица: Ограничение нагрузки электроприводов</b>                            |                      |      |                               |                                               |
| 1. Исследование задержанной отрицательной обратной связи по току двигателя.                   | 0                    | 4    | 2, 4                          | Моделирование токовой отсечки в среде Matlab/ |

|                                                                                                                                      |   |   |      |                                                                                                                                      |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2. Исследование "УПРЕЖДАЮЩЕГО" токоограничения.                                                                                      | 0 | 4 | 1, 5 | Исследование УПРЕЖДАЮЩЕГО токоограничения в среде Matlab.                                                                            |
| 3. Исследование и настройка ПИД контроллера.                                                                                         | 0 | 4 | 1, 3 | Исследование и настройка ПИД контроллера.                                                                                            |
| 4. Построение и исследование систем ограничения нагрузки с релейными регуляторами.                                                   | 0 | 4 | 2, 3 | Исследование систем ограничения нагрузки с релейными регуляторами.                                                                   |
| <b>Семестр: 3</b>                                                                                                                    |   |   |      |                                                                                                                                      |
| <b>Дидактическая единица: Следяще-регулируемый автоматизированный электропривод</b>                                                  |   |   |      |                                                                                                                                      |
| 7. Исследование системы векторного управления                                                                                        | 0 | 6 | 3, 4 | Изучение системы векторного управления двигателя переменного тока. Расчет коэффициентов регуляторов.                                 |
| <b>Дидактическая единица: Системы прямого и косвенного регулирования натяжения в приводах наматывающих и разматывающих устройств</b> |   |   |      |                                                                                                                                      |
| 6. Двухзонное регулирование скорости электропривода                                                                                  | 0 | 6 | 1    | Проектирование системы регулирования скорости электропривода переменного тока с возможностью управления во второй зоне регулирования |
| <b>Дидактическая единица: Числовое программное управление металлорежущими станками</b>                                               |   |   |      |                                                                                                                                      |
| 8. Моделирование позиционного электропривода                                                                                         | 0 | 6 | 1    | Моделирование позиционного электропривода                                                                                            |

Таблица 3.3

| Темы практических занятий                                                                                      | Активные формы, час. | Часы | Ссылки на результаты обучения | Учебная деятельность                                                                 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|------|-------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Семестр: 2</b>                                                                                              |                      |      |                               |                                                                                      |
| <b>Дидактическая единица: Регулирование скорости электроприводов металлорежущих станков и прокатных станов</b> |                      |      |                               |                                                                                      |
| 1. Законы двухзонного регулирования скорости электропривода постоянного тока.                                  | 2                    | 1    | 1, 2                          | Получение законов регулирования скорости при постоянстве мощности на валу двигателя. |
| 2. Законы двухзонного регулирования скорости в электроприводе переменного тока.                                | 2                    | 1    | 1                             | Вывод законов двухзонного регулирования скорости.                                    |
| 3. Расчет параметров регуляторов при переменном потоке двигателя                                               | 2                    | 1    | 1                             | Синтез параметров регуляторов. Настройка системы подчиненного регулирования.         |
| 4. Расчет параметров регуляторов в контуре регулирования потокосцепления асинхронного электропривода.          | 2                    | 1    | 1                             | Построение регуляторов асинхронного двигателя во вращающихся координатах.            |
| 5. Электропривод подачи металлорежущего станка как объект управления.                                          | 2                    | 1    | 1                             | Структурная схема электропривода подачи металлорежущего станка.                      |
| <b>Дидактическая единица: Ограничение нагрузки электроприводов</b>                                             |                      |      |                               |                                                                                      |

|                                                                                                                                      |   |   |         |                                                                                                      |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 6. Токовая отсечка                                                                                                                   | 2 | 1 | 1       | Исследование способов токовой отсечки                                                                |
| 7. "Упреждающее" токоограничение                                                                                                     | 2 | 1 | 1       | Исследование "упреждающего" токоограничения                                                          |
| 8. Ограничение нагрузки с помощью релейных регуляторов.                                                                              | 2 | 1 | 1       | Изучение методов ограничения нагрузки с помощью релейных регуляторов                                 |
| 9. ПИД контроллеры в системах ограничения тока.                                                                                      | 2 | 1 | 1       | Расчет ПИД регуляторов для систем ограничения тока.                                                  |
| 10. Особенности ограничения нагрузки в электроприводе переменного тока.                                                              | 2 | 1 | 1, 3    | Изучение особенностей ограничения нагрузки в электроприводе переменного тока                         |
| <b>Дидактическая единица: Следящий электропривод в современных технологиях</b>                                                       |   |   |         |                                                                                                      |
| 11. Точная остановка электропривода.                                                                                                 | 2 | 1 | 1, 3    | Построение системы точной остановки электропривода.                                                  |
| 12. Факторы, влияющие на точную остановку электропривода.                                                                            | 2 | 2 | 1, 3    | Изучение факторов, которые влияют на точную остановку электропривода.                                |
| 13. Следящий электропривод в режиме "малых" перемещений.                                                                             | 2 | 1 | 1, 3    | Анализ результатов динамических характеристик следящих электропривод в режиме "малых" перемещений    |
| 14. Следящий электропривод в режиме "больших" перемещений.                                                                           | 2 | 2 | 1, 3    | Анализ результатов динамических характеристик следящих электропривод в режиме "больших" перемещений. |
| 15. Двухотсчетный следящий электропривод.                                                                                            | 2 | 2 | 1, 3    |                                                                                                      |
| <b>Семестр: 3</b>                                                                                                                    |   |   |         |                                                                                                      |
| <b>Дидактическая единица: Следяще-регулируемый автоматизированный электропривод</b>                                                  |   |   |         |                                                                                                      |
| 16. Структура автоматизированного электропривода с сельсинной парой                                                                  | 0 | 5 | 1, 3    | Исследование структуры автоматизированного электропривода с сельсинной парой                         |
| 17. Структура следяще-регулируемого электропривода с импульсным датчиком обратной связи                                              | 0 | 5 | 1, 3    | Исследование структуры следяще-регулируемого электропривода с импульсным датчиком обратной связи     |
| 21. Математические модели следяще-регулируемого электропривода                                                                       | 0 | 5 | 1, 4, 5 | Вывод математической модели следяще-регулируемого электропривода                                     |
| <b>Дидактическая единица: Системы прямого и косвенного регулирования натяжения в приводах наматывающих и разматывающих устройств</b> |   |   |         |                                                                                                      |
| 17. Структуры систем регулирования натяжения                                                                                         | 0 | 5 | 1, 3    | Построение систем регулирования натяжением                                                           |
| <b>Дидактическая единица: Типовые системы автоматизации процессов металлообработки</b>                                               |   |   |         |                                                                                                      |
| 18. Системы управления возвратно-поступательным движением                                                                            | 0 | 5 | 1, 2, 3 | Изучение системы управления возвратно-поступательным движением                                       |
| 19. Устройство периодических подач металлорежущего станка                                                                            | 0 | 5 | 1, 3    | Изучение способов периодических подач металлорежущего станка                                         |

| Дидактическая единица: Числовое программное управление металлорежущими станками |   |   |      |                                         |
|---------------------------------------------------------------------------------|---|---|------|-----------------------------------------|
| 20. Схемы интерполирующих устройств                                             | 0 | 6 | 3, 4 | Изучение схем интерполирующих устройств |

#### 4. Самостоятельная работа обучающегося

| №                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Виды самостоятельной работы         | Ссылки на результаты обучения | Часы на выполнение | Часы на консультации |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|--------------------|----------------------|
| <b>Семестр: 2</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                     |                               |                    |                      |
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | РГЗ                                 | 1, 2, 3, 4                    | 16                 | 0                    |
| : Кавешников В. М. Современные элементы автоматики и построение системы управления технологическими процессами на их основе [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / В. М. Кавешников ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: <a href="http://courses.edu.nstu.ru/index.php?show=155&amp;curs=838">http://courses.edu.nstu.ru/index.php?show=155&amp;curs=838</a> . - Загл. с экрана.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                     |                               |                    |                      |
| 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Подготовка к занятиям               | 1, 2, 3                       | 14                 | 0                    |
| : Котин Д. А. Автоматизированный электропривод типовых производственных механизмов [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс [для магистрантов ФМА 1 курса и для студентов 4, 5 курса ЗФ] / Д. А. Котин ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2014]. - Режим доступа: <a href="http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000208231">http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000208231</a> . - Загл. с экрана.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                     |                               |                    |                      |
| 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Дополнительная учебная деятельность | 3                             | 0                  | 0                    |
| : Котин Д. А. Автоматизированный электропривод типовых производственных механизмов [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс [для магистрантов ФМА 1 курса и для студентов 4, 5 курса ЗФ] / Д. А. Котин ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2014]. - Режим доступа: <a href="http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000208231">http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000208231</a> . - Загл. с экрана. Кавешников В. М. Современные элементы автоматики и построение системы управления технологическими процессами на их основе [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / В. М. Кавешников ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: <a href="http://courses.edu.nstu.ru/index.php?show=155&amp;curs=838">http://courses.edu.nstu.ru/index.php?show=155&amp;curs=838</a> . - Загл. с экрана. |                                     |                               |                    |                      |
| 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Подготовка к аттестации             | 1, 2, 3, 4                    | 17                 | 5                    |
| : Котин Д. А. Автоматизированный электропривод типовых производственных механизмов [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс [для магистрантов ФМА 1 курса и для студентов 4, 5 курса ЗФ] / Д. А. Котин ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2014]. - Режим доступа: <a href="http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000208231">http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000208231</a> . - Загл. с экрана. Кавешников В. М. Современные элементы автоматики и построение системы управления технологическими процессами на их основе [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / В. М. Кавешников ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: <a href="http://courses.edu.nstu.ru/index.php?show=155&amp;curs=838">http://courses.edu.nstu.ru/index.php?show=155&amp;curs=838</a> . - Загл. с экрана. |                                     |                               |                    |                      |
| <b>Семестр: 3</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                     |                               |                    |                      |
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | РГЗ                                 | 1, 2, 3, 4, 5                 | 16                 | 0                    |
| , подробная информация приведена в приложении №5 : Кавешников В. М. Современные элементы автоматики и построение системы управления технологическими процессами на их основе [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / В. М. Кавешников ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: <a href="http://courses.edu.nstu.ru/index.php?show=155&amp;curs=838">http://courses.edu.nstu.ru/index.php?show=155&amp;curs=838</a> . - Загл. с экрана.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                     |                               |                    |                      |
| 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Подготовка к занятиям               | 1, 3                          | 12                 | 0                    |
| : Котин Д. А. Автоматизированный электропривод типовых производственных механизмов [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс [для магистрантов ФМА 1 курса и для студентов 4, 5 курса ЗФ] / Д. А. Котин ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2014]. - Режим доступа: <a href="http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000208231">http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000208231</a> . - Загл. с экрана.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                     |                               |                    |                      |
| 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Подготовка к аттестации             | 1, 2, 3, 4                    | 20                 | 4                    |

: Котин Д. А. Автоматизированный электропривод типовых производственных механизмов [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс [для магистрантов ФМА 1 курса и для студентов 4, 5 курса ЗФ] / Д. А. Котин ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2014]. - Режим доступа: [http://elibrary.nstu.ru/source?bib\\_id=vtls000208231](http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000208231). - Загл. с экрана. Кавешников В. М. Современные элементы автоматики и построение системы управления технологическими процессами на их основе [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / В. М. Кавешников ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: <http://courses.edu.nstu.ru/index.php?show=155&curs=838>. - 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 | e-mail:simakov@corp.nstu.ru               |

Таблица 5.2

### Активные и интерактивные формы проведения занятий

| №                                                                                                        | Наименование активных форм |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| 1                                                                                                        | Дискуссия                  |
| <b>Краткое описание применения:</b> Студенты отвечают на вопросы, обсуждают варианты решения, результаты |                            |

## 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 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-------------------|
| <b>Семестр: 2</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |           |                   |
| <i>Лабораторная:</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 0         | 20                |
| <i>Практические занятия:</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 0         | 20                |
| <i>РГЗ:</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 0         | 20                |
| Контролирующие материалы приводятся в "Кавешников В. М. Современные элементы автоматики и построение системы управления технологическими процессами на их основе [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / В. М. Кавешников ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: <a href="http://courses.edu.nstu.ru/index.php?show=155&amp;curs=838">http://courses.edu.nstu.ru/index.php?show=155&amp;curs=838</a> . - Загл. с экрана." |           |                   |
| <i>Экзамен:</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 20        | 40                |
| Контролирующие материалы - список вопросов                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |           |                   |
| <b>Семестр: 3</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |           |                   |
| <i>Лабораторная:</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 0         | 20                |
| <i>Практические занятия:</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 0         | 20                |
| <i>РГЗ:</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 0         | 20                |
| Контролирующие материалы приводятся в "Кавешников В. М. Современные элементы автоматики и построение системы управления технологическими процессами на их основе [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / В. М. Кавешников ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: <a href="http://courses.edu.nstu.ru/index.php?show=155&amp;curs=838">http://courses.edu.nstu.ru/index.php?show=155&amp;curs=838</a> . - Загл. с экрана." |           |                   |

|                                            |   |    |
|--------------------------------------------|---|----|
| Экзамен:                                   | 0 | 40 |
| Контролирующие материалы - список вопросов |   |    |

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 ЛР      | Защита РГЗ | Экзамен |
| ПК.23                 | з3. знать типовые схемы управления электроприводами и схемы комплектных преобразователей            | +              |            | +       |
|                       | у3. уметь проектировать электроприводы и составлять принципиальные схемы систем электрооборудования | +              |            | +       |
| ПК.26                 | з3. знать технологические основы построения электроприводов                                         | +              |            | +       |
|                       | у3. уметь рассчитывать и выбирать отдельные элементы систем электропривода                          | +              | +          | +       |

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

## 7. Литература

### Основная литература

1. Симаков Г. М. Автоматизированный электропривод в современных технологиях : учебное пособие / Г. М. Симаков ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2014. - 101, [1] с. : ил., табл. - Режим доступа: [http://elibrary.nstu.ru/source?bib\\_id=vtls000190043](http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000190043)
2. 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://elibrary.nstu.ru/source?bib\\_id=vtls000148439](http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000148439)
3. Симаков Г. М. Системы автоматического управления электроприводов металлорежущих станков / Г. М. Симаков. - Новосибирск, 2007. - 299 с. : схемы. - Режим доступа: [http://elibrary.nstu.ru/source?bib\\_id=vtls000072241](http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000072241)

### 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. Кавешников В. М. Современные элементы автоматики и построение системы управления технологическими процессами на их основе [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / В. М. Кавешников ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: <http://courses.edu.nstu.ru/index.php?show=155&curs=838>. - Загл. с экрана.

2. Котин Д. А. Автоматизированный электропривод типовых производственных механизмов [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс [для магистрантов ФМА 1 курса и для студентов 4, 5 курса ЗФ] / Д. А. Котин ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2014]. - Режим доступа: [http://elibrary.nstu.ru/source?bib\\_id=vtls000208231](http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000208231). - Загл. с экрана.

#### *8.2 Специализированное программное обеспечение*

1 Microsoft Windows

2 Microsoft Office

### **9. Материально-техническое обеспечение**

Лабораторный стенд

| <b>№</b> | <b>Наименование</b>                                   | <b>Назначение</b>                                        |
|----------|-------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| 1        | Комплект мультимедийного оборудования для лаборатории | Использование для наглядной демонстрации содержания темы |

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

**Автоматизированный электропривод в современных технологиях**

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

# 1. Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине Автоматизированный электропривод в современных технологиях 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) |
| ПК.23 готовность применять методы и средства автоматизированных систем управления технологическими процессами электроэнергетической и электротехнической промышленности | з3. знать типовые схемы управления электроприводами и схемы комплектных преобразователей            | ПИД контроллеры в системах ограничения тока. Законы двухзонного регулирования скорости электропривода постоянного тока. Законы двухзонного регулирования скорости в электроприводе переменного тока. Исследование задержанной отрицательной обратной связи по току двигателя. Исследование "УПРЕЖДАЮЩЕГО" токоограничения. Ограничение нагрузки с помощью релейных регуляторов. Особенности ограничения нагрузки в электроприводе переменного тока. Построение и исследование систем ограничения нагрузки с релейными регуляторами. Расчет параметров регуляторов в контуре регулирования потокосцепления асинхронного электропривода. Расчет параметров регуляторов при переменном потоке двигателя Регулирование скорости электроприводов при постоянстве мощности. Электромеханическое регулирование скорости. Точная остановка электропривода. "Упреждающее" токоограничение Факторы, влияющие на точную остановку электропривода. Функциональная схема ЧПУ. Интерполяторы. Электропривод подачи металлорежущего станка как объект управления. | Расчетно-графическое задание №1, разделы 1-4                  | Экзамен, вопросы 1-20                     |
| ПК.23                                                                                                                                                                   | у3. уметь проектировать электроприводы и составлять принципиальные схемы систем электрооборудования | Исследование двухконтурной системы регулирования скорости с релейными регуляторами. Исследование "УПРЕЖДАЮЩЕГО" токоограничения. Математические модели                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Расчетно-графическое задание №1, разделы 5-7                  | Экзамен, вопросы 21-40                    |

|                                                                                                                                    |                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                              |                        |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|------------------------|
|                                                                                                                                    | я                                                                          | <p>следяще-регулируемого электропривода Особенности замкнутых систем регулирования скорости при переменном потоке двигателя. Расчет параметров регуляторов во второй зоне регулирования скорости. Регулирование скорости электроприводов при постоянстве мощности. Электромеханическое регулирование скорости. Способы ограничения нагрузки электроприводов</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                              |                        |
| ПК.26 способность определять эффективные производственно-технологические режимы работы объектов электроэнергетики и электротехники | з3. знать технологические основы построения электроприводов                | <p>Автоматизация процессов возвратно-поступательного движения Исследование и настройка ПИД контроллера. Общие принципы построения следящих электроприводов. Особенности ограничения нагрузки в электроприводе переменного тока. Построение и исследование систем ограничения нагрузки с релейными регуляторами. Предмет дисциплины и её задачи. Структура и содержание разделов курса. Взаимосвязь между разделами курса и другими дисциплинами. Современные виды технологических процессов в машиностроении и металлургии. Принципы построения систем автоматизации. Регулирование скорости электроприводов при постоянстве мощности. Электромеханическое регулирование скорости. Системы управления возвратно-поступательным движением Структуры систем регулирования натяжения Точная остановка электропривода. Факторы, влияющие на точную остановку электропривода. Функциональная схема ЧПУ. Интерполяторы.</p> | Расчетно-графическое задание №2, разделы 2,4 | Экзамен, вопросы 41-60 |
| ПК.26                                                                                                                              | у3. уметь рассчитывать и выбирать отдельные элементы систем электропривода | <p>Исследование задержанной отрицательной обратной связи по току двигателя. Исследование двухконтурной системы регулирования скорости с релейными регуляторами. Исследование системы векторного управления Математические модели следяще-регулируемого электропривода Общие принципы построения следящих электроприводов. Схемы интерполирующих устройств</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Расчетно-графическое задание №2, разделы 1-4 | Экзамен, вопросы 61-81 |

## **2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.**

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в 2 семестре - в форме экзамена, в 3 семестре - в форме экзамена, который направлен на оценку сформированности компетенций ПК.23, ПК.26.

Форма проведения экзамена – письменная по билетам. В каждом билете представлено два вопроса, на которые студент должен дать развернутый ответ. Время подготовки к ответам на вопросы билета составляет не более 1 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.

В 3 семестре обязательным этапом текущей аттестации является расчетно-графическое задание (РГЗ). Требования к выполнению РГЗ, состав и правила оценки сформулированы в паспорте РГЗ.

В 2 семестре обязательным этапом текущей аттестации является расчетно-графическое задание (РГЗ). Требования к выполнению РГЗ, состав и правила оценки сформулированы в паспорте РГЗ.

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 ПК.23, ПК.26, 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.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Новосибирский государственный технический университет»  
Кафедра электропривода и автоматизации промышленных установок

## Паспорт экзамена

по дисциплине «Автоматизированный электропривод в современных технологиях», 2  
семестр

### 1. Методика оценки

Экзамен проводится в устной форме, по билетам. Билет формируется по следующему правилу: первый вопрос выбирается из диапазона вопросов 0-20, второй вопрос из диапазона вопросов 21-40 (список вопросов приведен ниже). В ходе экзамена преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4).

### Форма экзаменационного билета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
Факультет ФМА

#### Билет № 5

к экзамену по дисциплине «Автоматизированный электропривод в современных  
технологиях»

---

1. Типовые технологические процессы металлообработки.
2. Двухзонное регулирование скорости электропривода. Зависимое согласование зон регулирования скорости.

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

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.  
(дата)

### 2. Критерии оценки

- Ответ на экзаменационный билет (тест) 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 0-20 баллов.
- Ответ на экзаменационный билет (тест) 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 20-28 баллов.
- Ответ на экзаменационный билет (тест) 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 *29-34 баллов*.

- Ответ на экзаменационный билет (тест) 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 *35-40 баллов*.

### 3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине экзаменационные баллы учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины. Коэффициент учета баллов за экзамен в общей оценке по дисциплине равен 1.

#### 4. Вопросы к экзамену по дисциплине «Автоматизированный электропривод в современных технологиях»

1. Особенности статики замкнутых систем регулирования при переменном потоке двигателя.
2. Ограничение нагрузки электроприводов: задатчик интенсивности.
3. Системы электропривода с импульсным датчиком обратной связи.
4. Способы увеличения точности электропривода металлорежущих станков.
5. Следящий электропривод в режиме “больших” перемещений.
6. Понятие экономически выгодной скорости срезания.
7. Основные способы ограничения нагрузки в электроприводах металлорежущих станков.
8. Настройка систем подчиненного регулирования на “модульный” оптимум. Достоинства и недостатки.
9. Перспективы развития комплектных электроприводов переменного тока для МРС.
10. Выбор мощности электропривода станков с главным вращательным движением.
11. Настройка систем подчиненного регулирования на “симметричный” оптимум. Достоинства и недостатки.
12. Релейный контур тока якоря как основа построения быстродействующих электроприводов.
13. Ограничение нагрузки электропривода металлорежущих станков в статических режимах.
14. Тахометрический мост. Схемное решение.
15. Принцип векторного управления асинхронным двигателем.
16. Исполнительный механизм подачи станка как объект управления.
17. Расчет регулятора тока возбуждения в системе подчиненного регулирования.
18. Математическое описание АД; исходные уравнения.
19. Зависимость мощности и момента главных электроприводов МРС от скорости вращения. Условия нагрузки при регулировании скорости металлорежущих станков.
20. Расчет регулятора потока в системе подчиненного регулирования.

21. Формирование режимов торможения в электроприводах МРС
22. Основные виды обработки на металлорежущих станках.
23. Схема двухзонного регулирования скорости электропривода станков с главным вращательным движением (с нелинейными согласующими устройствами)
24. Системы косвенного регулирования натяжения наматывающих и разматывающих устройств.
25. Понятие астатической системы автоматического регулирования скорости (следяще-регулируемый электропривод)
26. Настройка контура положения в режиме “малых” перемещений.
27. “Упреждающее” токоограничение в тиристорном электроприводе.
28. Электромеханическое регулирование скорости вращения главных электроприводов МРС.
29. Расчет регулятора ЭДС в системе подчиненного регулирования скорости.
30. Функциональная схема системы скалярного управления асинхронным электроприводом.
31. Системы непосредственного регулирования натяжения в электроприводах прокатных станов.
32. Построение контура тока якоря с ШИМ модуляцией.
33. Законы скалярного управления асинхронным электроприводом. Обеспечение режима  $P = \text{const}$  при регулировании скорости.
34. Основные требования к главным электроприводам тяжелых продольно-строгальных станков.
35. Контур тока якоря в системе подчиненного регулирования с переменным потоком двигателя. Выбор параметров регулятора тока якоря.
36. Амплитудно-импульсное управление в системе ШИП-ДПТ.
37. Зависимое управление магнитным потоком двигателя на примере типовой схемы электропривода.
38. Способы косвенного регулирования натяжения моталок и разматывателей.
39. Характер изменения мощности и момента двигателя постоянного тока при регулировании скорости.
40. Принципы построения электроприводов со сверхшироким диапазоном регулирования скорости вращения.

## Паспорт расчетно-графического задания

по дисциплине «Автоматизированный электропривод в современных технологиях», 2 семестр

### 1. Методика оценки

В рамках расчетно-графического задания по дисциплине студенты выполняют исследование методов ограничения нагрузки в системах автоматизированного электропривода.

При выполнении расчетно-графического задания (работы) студенты должны рассчитать параметры системы электропривода с токовой отсечкой, рассчитать параметры системы электропривода с «упреждающим токоограничением», построить и рассчитать системы ограничения нагрузки с релейными регуляторами тока и рассчитать параметры контура тока с ПИД контроллером.

Обязательные структурные части РГЗ.

1. Расчет параметров системы электропривода с токовой отсечкой
2. Расчет параметров системы электропривода с «упреждающим токоограничением»
3. Построение и расчет системы ограничения нагрузки с релейными регуляторами тока.
4. Расчет параметров контура тока с ПИД контроллером.
5. Моделирование систем ограничения нагрузки по п.п. 1 и 3.
6. Моделирование непрерывной систем ограничения нагрузки по п.п. 4.
7. Моделирование цифровой системы ограничения нагрузки по п.п. 4.

Перечень графического материала:

- Структурная схема разработанного электропривода.
- Переходные процессы в синтезированной системе автоматического управления электроприводом.

Оцениваемые позиции: оформление работы согласно ГОСТ 2.105-95, полнота и точность изложения материала, рациональность выбора системы автоматизированного электропривода, точность при составлении структурной и электрических схем автоматизированного электропривода, точность при выборе элементов электрической схемы, качество оформления графического материала.

### 2. Критерии оценки

- Работа считается **не выполненной**, если работа оформлена не в соответствии с требованиями ГОСТ, выполнены не все части РГЗ, выбор структуры системы автоматического управления не обоснован, элементы электрической схемы электропривода не выбраны или не соответствуют современным требованиям, качество графического материала неудовлетворительное, оценка составляет **0-3** баллов.
- Работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если работа оформлена с отклонениями от требований ГОСТ, если части РГЗ выполнены формально; структура системы автоматического управления составлена с ошибками, электрическая схема электропривода не отвечает требованиям к ее функционированию, низкое качество графического материала, оценка составляет **4-20** баллов.
- Работа считается выполненной **на базовом** уровне, если работа оформлена в соответствии с требованиями ГОСТ, структура системы автоматического управления составлена без ошибок, но не является рациональной/оптимальной для данного типа механизма, электрическая схема электропривода составлена, а ее элементы выбраны без достаточного обоснования, хорошее качество графического материала оценка составляет **21-30** баллов.
- Работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если работа оформлена в соответствии с требованиями ГОСТ, структура системы автоматического управления является обоснованной

и наиболее подходящей для данного типа механизма, электрическая схема электропривода составлена без ошибок и ее элементы выбраны верно, хорошее качество графического материала, оценка составляет **31-40** баллов.

### 3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине баллы за РГЗ учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины. Коэффициент учета баллов за РГЗ в общей оценке по дисциплине равен 1. Предварительный балл за выполнение расчетно-графического задания – 40. Это значение снижается в следующих случаях:

- 1) За ошибки, обнаруженные при проверке пояснительной записки – до 20 баллов;
- 2) За слабую защиту работы – до 16 баллов.

### 4. Примерный перечень тем РГЗ

Варианты на расчетно-графическое задание выдаются преподавателем, ведущим дисциплину, индивидуально каждому студенту. Вариант задания состоит из трех арабских цифр, разделенных друг от друга точкой: первая (от 1 до 20) задает номинальные параметры двигателя серии 2П (Таблица 1); вторая (от 1 до 20) задает номинальные параметры схемы замещения разрабатываемого асинхронного электропривода (Таблица 2). Например: 1.2

Таблица 1

| Вариант                   | РН         | УН       | пН            | РЯ        | РДП       | РОВ       | ЛЯ         | J                       | η        |
|---------------------------|------------|----------|---------------|-----------|-----------|-----------|------------|-------------------------|----------|
|                           | <i>кВт</i> | <i>В</i> | <i>об/мин</i> | <i>Ом</i> | <i>Ом</i> | <i>Ом</i> | <i>мГн</i> | <i>кГ·м<sup>2</sup></i> | <i>%</i> |
| <i>Двигатели серии 2П</i> |            |          |               |           |           |           |            |                         |          |
| 1                         | 5,2        | 110      | 800           | 0,065     | 0,044     | 20,1      | 0,0026     | 0,23                    | 80,5     |
| 2                         | 9          | 110      | 800           | 0,058     | 0,037     | 11        | 0,0019     | 0,2                     | 77       |
| 3                         | 11         | 110      | 800           | 0,031     | 0,02      | 15,9      | 0,00116    | 0,3                     | 83       |
| 4                         |            | 220      | 800           | 0,125     | 0,08      | 15,9      | 0,0046     | 0,3                     | 84       |
| 5                         |            | 440      | 750           | 0,565     | 0,393     | 15,9      | 0,0218     | 0,3                     | 83,5     |
| 6                         | 15         | 110      | 1500          | 0,022     | 0,015     | 12,8      | 0,00068    | 0,2                     | 84       |
| 7                         |            | 220      | 1500          | 0,084     | 0,056     | 12,8      | 0,0027     | 0,2                     | 85,5     |
| 8                         |            | 440      | 1500          | 0,338     | 0,221     | 12,8      | 0,0109     | 0,2                     | 85,5     |
| 9                         | 20         | 220      | 3000          | 0,025     | 0,018     | 26,6      | 0,00092    | 0,23                    | 90       |
| 10                        |            | 440      | 3150          | 0,094     | 0,067     | 26,6      | 0,0037     | 0,23                    | 81       |
| 11                        | 25         | 220      | 2120          | 0,042     | 0,03      | 23        | 0,0044     | 0,23                    | 89       |
| 12                        |            | 440      | 2200          | 0,136     | 0,084     | 13        | 0,002,2    | 0,23                    | 89,5     |
| 13                        | 30         | 220      | 1500          | 0,031     | 0,02      | 10,6      | 0,00115    | 0,3                     | 88,9     |
| 14                        |            | 440      | 1600          | 0,185     | 0,08      | 10,6      | 0,0046     | 0,3                     | 89,5     |
| 15                        | 36         | 220      | 2200          | 0,026     | 0,016     | 13,1      | 0,0009     | 0,25                    | 88,5     |
| 16                        |            | 440      | 2200          | 0,106     | 0,061     | 13,1      | 0,0036     | 0,25                    | 89,5     |

|    |    |     |      |       |       |      |        |      |      |
|----|----|-----|------|-------|-------|------|--------|------|------|
| 17 | 42 | 440 | 2360 | 0,055 | 0,037 | 31,7 | 0,0021 | 0,3  | 90,5 |
| 18 | 55 | 440 | 3150 | 0,031 | 0,02  | 31,7 | 0,0012 | 0,3  | 91   |
| 19 | 60 | 440 | 3150 | 0,041 | 0,029 | 8,8  | 0,0016 | 0,25 | 90,5 |
| 20 | 75 | 440 | 3150 | 0,031 | 0,02  | 31,7 | 0,0012 | 0,3  | 91,5 |

Таблица 2

|    | P <sub>2H</sub><br>ом, | КПД<br>, % | cosΦ<br>, % | X<br>mii | r <sub>1</sub> ,<br>о.е. | x <sub>1</sub> ,о<br>.е. | R <sub>2</sub> ,<br>о.е. | X <sub>2</sub> ,<br>о.е. | R <sub>2Π</sub> ,<br>о.е. | R <sub>K</sub><br>п, | X <sub>K</sub><br>п, | с <sub>НОМ</sub><br>, % | с <sub>K</sub> ,<br>% | J <sub>ДВ</sub> ,<br>кг*м |
|----|------------------------|------------|-------------|----------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------|----------------------|-------------------------|-----------------------|---------------------------|
| 1  | 0,75                   | 72,0       | 0,73        | 1,5      | 0,11                     | 0,064                    | 0,110                    | 0,23                     | 0,110                     | 0,230                | 0,22                 | 5,9                     | 38,0                  | 0,00097                   |
| 2  | 1,50                   | 77,0       | 0,83        | 1,9      | 0,12                     | 0,078                    | 0,060                    | 0,12                     | 0,072                     | 0,190                | 0,15                 | 4,8                     | 35,5                  | 0,0075                    |
| 3  | 5,50                   | 85,5       | 0,86        | 2,8      | 0,0340                   | 0,078                    | 0,041                    | 0,13                     | 0,048                     | 0,110                | 0,14                 | 3,4                     | 29,0                  | 0,01                      |
| 4  | 7,50                   | 87,5       | 0,86        | 3,0      | 0,0480                   | 0,085                    | 0,033                    | 0,13                     | 0,040                     | 0,088                | 0,15                 | 2,5                     | 17,0                  | 0,023                     |
| 5  | 11,00                  | 87,5       | 0,87        | 3,2      | 0,0430                   | 0,085                    | 0,032                    | 0,13                     | 0,039                     | 0,085                | 0,15                 | 2,3                     | 19,0                  | 0,048                     |
| 6  | 15,00                  | 88,5       | 0,88        | 4,0      | 0,0470                   | 0,084                    | 0,025                    | 0,13                     | 0,058                     | 0,082                | 0,15                 | 2,1                     | 12,0                  | 0,053                     |
| 7  | 18,50                  | 89,5       | 0,88        | 4,3      | 0,0420                   | 0,056                    | 0,024                    | 0,13                     | 0,037                     | 0,079                | 0,14                 | 2,1                     | 12,5                  | 0,085                     |
| 8  | 30,00                  | 91,0       | 0,89        | 3,9      | 0,0340                   | 0,038                    | 0,018                    | 0,12                     | 0,036                     | 0,068                | 0,13                 | 1,8                     | 12,5                  | 0,15                      |
| 9  | 37,00                  | 91,0       | 0,90        | 4,4      | 0,033                    | 0,089                    | 0,018                    | 0,14                     | 0,035                     | 0,074                | 0,16                 | 1,9                     | 11,5                  | 0,17                      |
| 10 | 45,00                  | 92,0       | 0,90        | 4,6      | 0,034                    | 0,082                    | 0,017                    | 0,14                     | 0,034                     | 0,059                | 0,16                 | 1,8                     | 11,5                  | 0,25                      |
| 11 | 55,00                  | 92,5       | 0,90        | 4,2      | 0,027                    | 0,083                    | 0,015                    | 0,14                     | 0,030                     | 0,058                | 0,15                 | 1,8                     | 11,0                  | 0,47                      |
| 12 | 75,00                  | 93,0       | 0,90        | 4,4      | 0,026                    | 0,089                    | 0,015                    | 0,11                     | 0,027                     | 0,062                | 0,15                 | 1,4                     | 10,0                  | 0,52                      |
| 13 | 90,00                  | 93,0       | 0,91        | 5,0      | 0,024                    | 0,038                    | 0,014                    | 0,12                     | 0,029                     | 0,069                | 0,15                 | 1,4                     | 10,0                  | 0,22                      |
| 14 | 18,50                  | 88,0       | 0,87        | 2,9      | 0,056                    | 0,11                     | 0,026                    | 0,13                     | 0,046                     | 0,100                | 0,18                 | 2,4                     | 13,5                  | 0,40                      |
| 15 | 22,00                  | 90,0       | 0,90        | 4,1      | 0,050                    | 0,11                     | 0,024                    | 0,14                     | 0,042                     | 0,092                | 0,17                 | 2,3                     | 13,5                  | 0,45                      |
| 16 | 30,00                  | 90,5       | 0,90        | 3,7      | 0,046                    | 0,12                     | 0,022                    | 0,13                     | 0,040                     | 0,085                | 0,16                 | 2,1                     | 13,5                  | 0,74                      |
| 17 | 37,00                  | 91,0       | 0,89        | 3,7      | 0,042                    | 0,11                     | 0,019                    | 0,13                     | 0,035                     | 0,078                | 0,16                 | 1,8                     | 11,9                  | 1,2                       |

|    |       |      |      |     |       |       |       |      |       |       |      |     |     |     |
|----|-------|------|------|-----|-------|-------|-------|------|-------|-------|------|-----|-----|-----|
| 18 | 45,00 | 91,5 | 0,89 | 3,8 | 0,037 | 0,09  | 0,015 | 0,14 | 0,032 | 0,069 | 0,16 | 1,4 | 9,0 | 1,3 |
| 19 | 55,00 | 91,5 | 0,89 | 3,4 | 0,034 | 0,083 | 0,014 | 0,13 | 0,030 | 0,064 | 0,15 | 1,3 | 9,5 | 1,4 |
| 20 | 75,00 | 92,0 | 0,89 | 3,7 | 0,032 | 0,02  | 0,021 | 0,13 | 0,048 | 0,079 | 0,20 | 2,0 | 8,3 | 2,9 |

**Образцы оформления титульных листов РГЗ:**

# **Р А С Ч Е Т Н О - Г Р Ф И Ч Е С К К О Е З А Д А Н И Е**

по дисциплине "Автоматизированный электропривод в современных  
технологиях"

**НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**Кафедра электропривода и автоматизации промышленных установок**

**Утверждаю:**

Зав. кафедрой ЭАПУ

\_\_\_\_\_  
“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

## **ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА**

Расчетно- графическое задание по дисциплине “Автоматизированный  
электропривод в современных технологиях”

Тема: Ограничение нагрузки автоматизированного электропривода

Студент: \_\_\_\_\_ Группа \_\_\_\_\_

Направление: 13.03.02- “Электроэнергетика и электротехника”

Руководитель РГЗ \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ / \_

РГЗ сдана на проверку ” \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

РГЗ защищена \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Оценка: \_\_\_\_\_

# Новосибирский государственный технический университет

## Кафедра Электропривода и автоматизации промышленных установок

### ЗАДАНИЕ НА РГЗ №1

Студент \_\_\_\_\_ Группа \_\_\_\_\_  
фамилия, инициалы

1. Тема Ограничение нагрузки в системах автоматизированного электропривода

2. Срок представления работы к защите

< \_\_\_\_\_ > \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

3. Исходные данные для проектирования

\_\_\_\_\_ 1. Каталожные данные машин постоянного тока (Таблица 1)

4. Содержание пояснительной записки:

4.1. Расчет параметров системы электропривода с токовой \_\_\_\_\_  
отсечкой

4.2. . 4.2. Расчет параметров системы электропривода с  
«упреждающим токоограничени м»

4.3. Построение и расчет системы ограничения нагрузки с  
релейными регуляторами тока \_\_\_\_\_.

4.4. Расчет параметров контура тока с ПИД контроллером

4.4.1 Моделирование систем ограничения нагрузки по п.п. 4.1. и 4.3. \_\_\_\_\_.

4.4.2 Моделирование непрерывной систем ограничения нагрузки по п.п. 4.4.

4.4.3. Моделирование цифровой системы ограничения нагрузки по п.п. 4.4

5. Перечень графического материала

\_\_\_\_\_ Принципиальные схемы, динамические характеристики \_\_\_\_\_.

Руководитель работы \_\_\_\_\_  
подпись, дата инициалы, фамилия

Задание принял к исполнению \_\_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 201 \_\_\_\_ г.  
подпись

## Паспорт экзамена

по дисциплине «Автоматизированный электропривод в современных технологиях», 3  
семестр

### 1. Методика оценки

Экзамен проводится в устной форме, по билетам. Билет формируется по следующему правилу: первый вопрос выбирается из диапазона вопросов 0-20, второй вопрос из диапазона вопросов 21-41 (список вопросов приведен ниже). В ходе экзамена преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4).

### Форма экзаменационного билета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
Факультет ФМА

#### Билет № 5

к экзамену по дисциплине «Автоматизированный электропривод в современных  
технологиях»

---

1. Типовые технологические процессы металлообработки.
2. Двухзонное регулирование скорости электропривода. Зависимое согласование зон регулирования скорости.

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

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.  
(дата)

### 2. Критерии оценки

- Ответ на экзаменационный билет (тест) 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 0-20 баллов.
- Ответ на экзаменационный билет (тест) 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 20-28 баллов.
- Ответ на экзаменационный билет (тест) 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 29-34 баллов.

- Ответ на экзаменационный билет (тест) 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 35-40 баллов.

### 3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине экзаменационные баллы учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины. Коэффициент учета баллов за экзамен в общей оценке по дисциплине равен 1.

#### 4. Вопросы к экзамену по дисциплине «Автоматизированный электропривод в современных технологиях»

1. Система экстремального управления электроприводом станков с главным вращательным движением.
2. Системы прямого регулирования натяжения наматывающих и разматывающих устройств.
3. Устройство управления реверсом главного электропривода продольно-строгального станка.
4. Расчет узла токовой отсечки исходя из условия поддержания тока на допустимом уровне.
5. Характеристика общих требований к электроприводам МРС.
6. Примеры реализации электроприводов со сверхшироким диапазоном регулирования скорости.
7. Построение нагрузочной диаграммы главного электропривода продольно-строгального станка.
8. Компенсация влияния ЭДС вращения в контурах регулирования скорости электропривода.
9. Технический и симметричный оптимумы настройки системы подчиненного регулирования.
10. Устройство периодических подач продольно-строгального станка.
11. Способы увеличения точности остановки электропривода.
12. Условия нагрузки при регулировании скорости металлорежущих станков.
13. Основные понятия и структурная схема астатического способа регулирования скорости вращения.
14. Связь диапазона регулирования скорости электропривода МРС с числом механических ступеней станка.
15. Пример схемы электропривода, реализующей высокую точность остановки электропривода.
16. Требования к электроприводам станков с главным возвратно- поступательным движением.
17. Двухзонное регулирование скорости электропривода постоянного тока: “зависимое” управление

18. Интерполирующие устройства в системах ЧПУ
19. Выбор мощности электропривода у станков с главным вращательным движением.
20. Расчет регулятора скорости в электроприводе с управлением магнитным потоком двигателя.
21. Особенности статики замкнутой системы регулирования скорости при переменном потоке двигателя.
22. Фазовращательный режим работы вращающегося трансформатора и сельсина.
23. Векторное управление АД. Функциональная схема системы векторного управления.
24. Двухзонное регулирование скорости вращения: независимое согласование зон регулирования скорости.
25. Устройство периодических подач продольно-строгального станка.
26. Функциональная схема системы числового программного управления.
27. Построение нагрузочной диаграммы главного электропривода продольно-строгального станка.
28. Расчет регулятора скорости в электроприводе с управляемым потоком двигателя.
29. Релейный контур регулирования тока якоря двигателя. Особенности построения.
30. Релейный контур регулирования тока возбуждения электрической машины.
31. Особенности замкнутых систем регулирования скорости при переменном потоке.
32. Устройство управления реверсом продольно-строгального станка.
33. Построение нагрузочной диаграммы главного электропривода токарного станка.
34. Задатчик интенсивности в системах автоматизированного электропривода.
35. Частотное регулирование скорости АД в установившихся режимах. Законы скалярного регулирования скорости при различном характере нагрузки.
36. Основные требования к электроприводам станков с главным вращательным движением.
37. Интерполяторы, построенные по методу оценочной функции.
38. "Упреждающее" токоограничение
39. Учет кривой намагничивания при расчете системы подчиненного регулирования в электроприводе постоянного тока.
40. Ограничение нагрузки электроприводов металлорежущих станков.
41. Зависимость мощности и момента у машины постоянного тока от скорости вращения.

## Паспорт расчетно-графического задания

по дисциплине «Автоматизированный электропривод в современных технологиях», 2 семестр

### 1. Методика оценки

В рамках расчетно-графического задания по дисциплине студенты выполняют исследование методов ограничения нагрузки в системах автоматизированного электропривода.

При выполнении расчетно-графического задания (работы) студенты должны рассчитать параметры системы электропривода с токовой отсечкой, рассчитать параметры системы электропривода с «упреждающим токоограничением», построить и рассчитать системы ограничения нагрузки с релейными регуляторами тока и рассчитать параметры контура тока с ПИД контроллером.

Обязательные структурные части РГЗ.

1. Синтез системы двухзонного регулирования скорости
2. Расчет параметров регуляторов системы двухзонного регулирования скорости
3. Моделирование и исследование в среде Matlab системы двухзонного регулирования скорости
4. Синтез системы подчиненного регулирования скорости асинхронного электропривода с векторным управлением
  - 4.1 Определение параметров электропривода переменного тока .
  - 4.2 Синтез контуров регулирования асинхронного электропривода
  - 4.3. Моделирование в неподвижных осях системы подчиненного регулирования скорости асинхронного электропривода с векторным управлением

Перечень графического материала:

- Структурная схема разработанного электропривода.
- Переходные процессы в синтезированной системе автоматического управления электроприводом.

Оцениваемые позиции: оформление работы согласно ГОСТ 2.105-95, полнота и точность изложения материала, рациональность выбора системы автоматизированного электропривода, точность при составлении структурной и электрических схем автоматизированного электропривода, точность при выборе элементов электрической схемы, качество оформления графического материала.

### 2. Критерии оценки

- Работа считается **не выполненной**, если работа оформлена не в соответствии с требованиями ГОСТ, выполнены не все части РГЗ, выбор структуры системы автоматического управления не обоснован, элементы электрической схемы электропривода не выбраны или не соответствуют современным требованиям, качество графического материала неудовлетворительное, оценка составляет **0-3** баллов.
- Работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если работа оформлена с отклонениями от требований ГОСТ, если части РГЗ выполнены формально; структура системы автоматического управления составлена с ошибками, электрическая схема электропривода не отвечает требованиям к ее функционированию, низкое качество графического материала, оценка составляет **4-20** баллов.
- Работа считается выполненной **на базовом** уровне, если работа оформлена в соответствии с требованиями ГОСТ, структура системы автоматического управления составлена без ошибок, но не является рациональной/оптимальной для данного типа механизма, электрическая схема электропривода составлена, а ее элементы выбраны без достаточного обоснования, хорошее

качество графического материала оценка составляет **21-30** баллов.

- Работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если работа оформлена в соответствии с требованиями ГОСТ, структура системы автоматического управления является обоснованной и наиболее подходящей для данного типа механизма, электрическая схема электропривода составлена без ошибок и ее элементы выбраны верно, хорошее качество графического материала, оценка составляет **31-40** баллов.

### 3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине баллы за РГЗ учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины. Коэффициент учета баллов за РГЗ в общей оценке по дисциплине равен 1. Предварительный балл за выполнение расчетно-графического задания – 40. Это значение снижается в следующих случаях:

- 1) За ошибки, обнаруженные при проверке пояснительной записки – до 20 баллов;
- 2) За слабую защиту работы – до 16 баллов.

### 4. Примерный перечень тем РГЗ

Варианты на расчетно-графическое задание выдаются преподавателем, ведущим дисциплину, индивидуально каждому студенту. Вариант задания состоит из трех арабских цифр, разделенных друг от друга точкой: первая (от 1 до 20) задает номинальные параметры двигателя серии 2П (Таблица 1); вторая (от 1 до 20) задает номинальные параметры схемы замещения разрабатываемого асинхронного электропривода (Таблица 2). Например: 1.2

Таблица 1

| Вариант                   | РН         | УН       | пН            | РЯ        | РДП       | РОВ       | ЛЯ         | J                       | $\eta$   |
|---------------------------|------------|----------|---------------|-----------|-----------|-----------|------------|-------------------------|----------|
|                           | <i>кВт</i> | <i>В</i> | <i>об/мин</i> | <i>Ом</i> | <i>Ом</i> | <i>Ом</i> | <i>мГн</i> | <i>кг·м<sup>2</sup></i> | <i>%</i> |
| <i>Двигатели серии 2П</i> |            |          |               |           |           |           |            |                         |          |
| 1                         | 5,2        | 110      | 800           | 0,065     | 0,044     | 20,1      | 0,0026     | 0,23                    | 80,5     |
| 2                         | 9          | 110      | 800           | 0,058     | 0,037     | 11        | 0,0019     | 0,2                     | 77       |
| 3                         | 11         | 110      | 800           | 0,031     | 0,02      | 15,9      | 0,00116    | 0,3                     | 83       |
| 4                         |            | 220      | 800           | 0,125     | 0,08      | 15,9      | 0,0046     | 0,3                     | 84       |
| 5                         |            | 440      | 750           | 0,565     | 0,393     | 15,9      | 0,0218     | 0,3                     | 83,5     |
| 6                         | 15         | 110      | 1500          | 0,022     | 0,015     | 12,8      | 0,00068    | 0,2                     | 84       |
| 7                         |            | 220      | 1500          | 0,084     | 0,056     | 12,8      | 0,0027     | 0,2                     | 85,5     |
| 8                         |            | 440      | 1500          | 0,338     | 0,221     | 12,8      | 0,0109     | 0,2                     | 85,5     |
| 9                         | 20         | 220      | 3000          | 0,025     | 0,018     | 26,6      | 0,00092    | 0,23                    | 90       |
| 10                        |            | 440      | 3150          | 0,094     | 0,067     | 26,6      | 0,0037     | 0,23                    | 81       |
| 11                        | 25         | 220      | 2120          | 0,042     | 0,03      | 23        | 0,0044     | 0,23                    | 89       |
| 12                        |            | 440      | 2200          | 0,136     | 0,084     | 13        | 0,002,2    | 0,23                    | 89,5     |
| 13                        | 30         | 220      | 1500          | 0,031     | 0,02      | 10,6      | 0,00115    | 0,3                     | 88,9     |
| 14                        |            | 440      | 1600          | 0,185     | 0,08      | 10,6      | 0,0046     | 0,3                     | 89,5     |

|    |    |     |      |       |       |      |        |      |      |
|----|----|-----|------|-------|-------|------|--------|------|------|
| 15 | 36 | 220 | 2200 | 0,026 | 0,016 | 13,1 | 0,0009 | 0,25 | 88,5 |
| 16 |    | 440 | 2200 | 0,106 | 0,061 | 13,1 | 0,0036 | 0,25 | 89,5 |
| 17 | 42 | 440 | 2360 | 0,055 | 0,037 | 31,7 | 0,0021 | 0,3  | 90,5 |
| 18 | 55 | 440 | 3150 | 0,031 | 0,02  | 31,7 | 0,0012 | 0,3  | 91   |
| 19 | 60 | 440 | 3150 | 0,041 | 0,029 | 8,8  | 0,0016 | 0,25 | 90,5 |
| 20 | 75 | 440 | 3150 | 0,031 | 0,02  | 31,7 | 0,0012 | 0,3  | 91,5 |

Таблица 2

|    | P <sub>2H</sub><br>ом, | КПД<br>, % | cosΦ<br>, % | X<br>мii | r <sub>1</sub> ,<br>о.е. | x <sub>1</sub> ,о<br>.е. | R <sub>2</sub> ,<br>о.е. | X <sub>2</sub> ,<br>о.е. | R <sub>2Π</sub> ,<br>о.е. | R <sub>K</sub><br>п, | X <sub>K</sub><br>п, | s <sub>НОМ</sub><br>, % | s <sub>K</sub><br>% | J <sub>ДВ</sub> ,<br>кг*м |
|----|------------------------|------------|-------------|----------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------|----------------------|-------------------------|---------------------|---------------------------|
| 1  | 0,75                   | 72,0       | 0,73        | 1,5      | 0,11                     | 0,064                    | 0,110                    | 0,23                     | 0,110                     | 0,230                | 0,22                 | 5,9                     | 38,0                | 0,00097                   |
| 2  | 1,50                   | 77,0       | 0,83        | 1,9      | 0,12                     | 0,078                    | 0,060                    | 0,12                     | 0,072                     | 0,190                | 0,15                 | 4,8                     | 35,5                | 0,0075                    |
| 3  | 5,50                   | 85,5       | 0,86        | 2,8      | 0,0340                   | 0,078                    | 0,041                    | 0,13                     | 0,048                     | 0,110                | 0,14                 | 3,4                     | 29,0                | 0,01                      |
| 4  | 7,50                   | 87,5       | 0,86        | 3,0      | 0,0480                   | 0,085                    | 0,033                    | 0,13                     | 0,040                     | 0,088                | 0,15                 | 2,5                     | 17,0                | 0,023                     |
| 5  | 11,00                  | 87,5       | 0,87        | 3,2      | 0,0430                   | 0,085                    | 0,032                    | 0,13                     | 0,039                     | 0,085                | 0,15                 | 2,3                     | 19,0                | 0,048                     |
| 6  | 15,00                  | 88,5       | 0,88        | 4,0      | 0,0470                   | 0,084                    | 0,025                    | 0,13                     | 0,058                     | 0,082                | 0,15                 | 2,1                     | 12,0                | 0,053                     |
| 7  | 18,50                  | 89,5       | 0,88        | 4,3      | 0,0420                   | 0,056                    | 0,024                    | 0,13                     | 0,037                     | 0,079                | 0,14                 | 2,1                     | 12,5                | 0,085                     |
| 8  | 30,00                  | 91,0       | 0,89        | 3,9      | 0,0340                   | 0,038                    | 0,018                    | 0,12                     | 0,036                     | 0,068                | 0,13                 | 1,8                     | 12,5                | 0,15                      |
| 9  | 37,00                  | 91,0       | 0,90        | 4,4      | 0,033                    | 0,089                    | 0,018                    | 0,14                     | 0,035                     | 0,074                | 0,16                 | 1,9                     | 11,5                | 0,17                      |
| 10 | 45,00                  | 92,0       | 0,90        | 4,6      | 0,034                    | 0,082                    | 0,017                    | 0,14                     | 0,034                     | 0,059                | 0,16                 | 1,8                     | 11,5                | 0,25                      |
| 11 | 55,00                  | 92,5       | 0,90        | 4,2      | 0,027                    | 0,083                    | 0,015                    | 0,14                     | 0,030                     | 0,058                | 0,15                 | 1,8                     | 11,0                | 0,47                      |
| 12 | 75,00                  | 93,0       | 0,90        | 4,4      | 0,026                    | 0,089                    | 0,015                    | 0,11                     | 0,027                     | 0,062                | 0,15                 | 1,4                     | 10,0                | 0,52                      |
| 13 | 90,00                  | 93,0       | 0,91        | 5,0      | 0,024                    | 0,038                    | 0,014                    | 0,12                     | 0,029                     | 0,069                | 0,15                 | 1,4                     | 10,0                | 0,22                      |
| 14 | 18,50                  | 88,0       | 0,87        | 2,9      | 0,056                    | 0,11                     | 0,026                    | 0,13                     | 0,046                     | 0,100                | 0,18                 | 2,4                     | 13,5                | 0,40                      |
| 15 | 22,00                  | 90,0       | 0,90        | 4,1      | 0,050                    | 0,11                     | 0,024                    | 0,14                     | 0,042                     | 0,092                | 0,17                 | 2,3                     | 13,5                | 0,45                      |

|    |       |      |      |     |       |           |           |      |           |           |      |     |          |      |
|----|-------|------|------|-----|-------|-----------|-----------|------|-----------|-----------|------|-----|----------|------|
| 16 | 30,00 | 90,5 | 0,90 | 3,7 | 0,046 | 0,1<br>2  | 0,02<br>2 | 0,13 | 0,04<br>0 | 0,08<br>5 | 0,16 | 2,1 | 13<br>,5 | 0,74 |
| 17 | 37,00 | 91,0 | 0,89 | 3,7 | 0,042 | 0,1       | 0,01<br>9 | 0,13 | 0,03<br>5 | 0,07<br>8 | 0,16 | 1,8 | 11<br>,9 | 1,2  |
| 18 | 45,00 | 91,5 | 0,89 | 3,8 | 0,037 | 0,0<br>9  | 0,01<br>5 | 0,14 | 0,03<br>2 | 0,06<br>9 | 0,16 | 1,4 | 9,<br>0  | 1,3  |
| 19 | 55,00 | 91,5 | 0,89 | 3,4 | 0,034 | 0,0<br>83 | 0,01<br>4 | 0,13 | 0,03<br>0 | 0,06<br>4 | 0,15 | 1,3 | 9,<br>5  | 1,4  |
| 20 | 75,00 | 92,0 | 0,89 | 3,7 | 0,032 | 0,0<br>2  | 0,02<br>1 | 0,13 | 0,04<br>8 | 0,07<br>9 | 0,20 | 2,0 | 8,<br>3  | 2,9  |

**Образцы оформления титульных листов РГЗ:**

# **Р А С Ч Е Т Н О - Г Р Ф И Ч Е С К К О Е З А Д А Н И Е**

по дисциплине "Автоматизированный электропривод в современных  
технологиях"

**НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**Кафедра электропривода и автоматизации промышленных установок**

**Утверждаю:**

Зав. кафедрой ЭАПУ

\_\_\_\_\_  
“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

## **ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА**

Расчетно- графическое задание по дисциплине “Автоматизированный  
электропривод в современных технологиях”

Тема: Ограничение нагрузки автоматизированного электропривода

Студент: \_\_\_\_\_ Группа \_\_\_\_\_

Направление: 13.03.02- “Электроэнергетика и электротехника”

Руководитель РГЗ \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ / \_

РГЗ сдана на проверку ” \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

РГЗ защищена \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Оценка: \_\_\_\_\_

**Новосибирский государственный технический университет**

**Кафедра Электропривода и автоматизации промышленных установок**

**ЗАДАНИЕ НА РГЗ №1**

Студент \_\_\_\_\_ Группа \_\_\_\_\_  
фамилия, инициалы

**1. Тема** Ограничение нагрузки в системах автоматизированного электропривода

**2. Срок представления работы к защите**

< \_\_\_\_\_ > \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

**3. Исходные данные для проектирования**

1. Каталожные данные машин постоянного тока (Таблица 1)

**1. Содержание пояснительной записки:**

1.1. Синтез системы двухзонного регулирования скорости

1.2. Расчет параметров регуляторов системы двухзонного

регулирования скорости 4.3 Моделирование и исследование в среде

Matlab системы двухзонного регулирования скорости

4.4. Синтез системы подчиненного регулирования скорости асинхронного электропривода с векторным управлением

4.4.1 Определение параметров электропривода переменного тока .

4.4.2 Синтез контуров регулирования асинхронного электропривода

4.4.3. Моделирование в неподвижных осях системы подчиненного

регулирования скорости асинхронного электропривода с

векторным управлением

**4. Перечень графического материала**

. Принципиальные схемы, динамические характеристики .

Руководитель работы \_\_\_\_\_  
подпись, дата инициалы, фамилия

Задание принял к исполнению \_\_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ " 201 \_\_\_\_ г.  
подпись