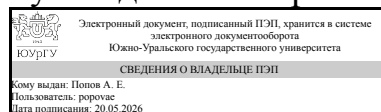


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Руководитель направления



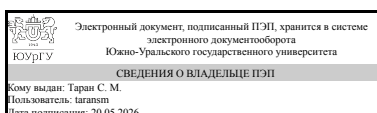
А. Е. Попов

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины ФД.02 Комплексное моделирование гибридных силовых установок  
для направления 13.04.03 Энергетическое машиностроение  
уровень Магистратура  
форма обучения очная  
кафедра-разработчик Передовая инженерная школа двигателестроения и  
специальной техники "Сердце Урала"

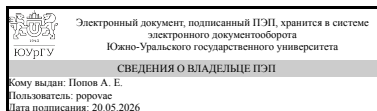
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению  
подготовки 13.04.03 Энергетическое машиностроение, утверждённым приказом  
Минобрнауки от 28.02.2018 № 149

Директор



С. М. Таран

Разработчик программы,  
к.техн.н., доц., доцент



А. Е. Попов

## 1. Цели и задачи дисциплины

Цель: обеспечить высокий уровень подготовки выпускников по программе "Комплексное моделирование гибридных силовых установок". Основные задачи: - ознакомление с состоянием и направлением развития моделирование тяговых электродвигателей наземных транспортных средств. - изучение устройства и принципа действия тяговых электродвигателей наземных транспортных средств. - получение навыков компьютерного моделирования тяговых электродвигателей наземных транспортных средств.

## Краткое содержание дисциплины

Основные этапы развития тяговых электродвигателей наземных транспортных средств - электромобилей; условия эксплуатации электромобилей; основные технические требования, предъявляемые к электрооборудованию. Рассмотрены схемотехнические и конструкторские решения при разработке низковольтных и высоковольтных тяговых электродвигателей для наземных транспортных средств.

## 2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

| Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)                                                                                                     | Планируемые результаты обучения по дисциплине                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-2 Способен проводить моделирование рабочих процессов, проектирование и испытания двигателей внутреннего сгорания                                     | Знает: основные этапы и цели компьютерного моделирования; основные схемы и условия эксплуатации гибридных силовых установок<br>Умеет: применять специализированные программные комплексы для моделирования элементов и систем гибридных силовых установок, а также условий работы установки в составе конечного объекта применения<br>Имеет практический опыт: владеет навыками выполнения цифрового моделирования гибридных силовых установок, оценки и представления его результатов |
| ПК-3 Способен применять современные цифровые технологии для моделирования процессов и проектирования элементов и систем двигателей внутреннего сгорания | Знает: основные этапы и цели компьютерного моделирования; основные схемы и условия эксплуатации гибридных силовых установок<br>Умеет: применять специализированные программные комплексы для моделирования элементов и систем гибридных силовых установок, а также условий работы установки в составе конечного объекта применения<br>Имеет практический опыт: владеет навыками выполнения цифрового моделирования гибридных силовых установок, оценки и представления его результатов |

## 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

| Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана | Перечень последующих дисциплин, видов работ |
|---------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| Производственная практика (проектно-                          | Не предусмотрены                            |

|                              |  |
|------------------------------|--|
| конструкторская) (2 семестр) |  |
|------------------------------|--|

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

| Дисциплина                                                       | Требования                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Производственная практика (проектно-конструкторская) (2 семестр) | <p>Знает: основы компьютерного моделирования и проектирования; основные программные комплексы для моделирования и проектирования, теоретические основы рабочих процессов в энергетических машинах, аппаратах и установках; конструкцию и устройство поршневых двигателей, устройство, назначение, принцип работы накопителей электрической энергии, номенклатуру существующих конструкционных материалов в области двигателестроения</p> <p>Умеет: применять специализированные программные комплексы для моделирования и проектирования элементов и систем, выполнять 3D моделирование, чертежи и схемы элементов и систем двигателей; разрабатывать конструкторскую документацию по техническому заданию, проводить расчет, моделирование и проектирование накопителей электрической энергии в условиях объекта применения, осуществлять выбор конструкционных материалов с учетом условий, режимов работы, требований ресурса и надежности изделий</p> <p>Имеет практический опыт: моделирования процессов и проектирования элементов и систем двигателей внутреннего сгорания, решения проектных задач в составе малых групп; оформления конструкторской документации, проектирования изделий с учетом свойств конструкционных материалов</p> |

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 з.е., 72 ч., 36,25 ч. контактной работы

| Вид учебной работы                                                         | Всего часов | Распределение по семестрам в часах |
|----------------------------------------------------------------------------|-------------|------------------------------------|
|                                                                            |             | Номер семестра                     |
|                                                                            |             | 3                                  |
| Общая трудоёмкость дисциплины                                              | 72          | 72                                 |
| <i>Аудиторные занятия:</i>                                                 | 32          | 32                                 |
| Лекции (Л)                                                                 | 16          | 16                                 |
| Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ) | 16          | 16                                 |
| Лабораторные работы (ЛР)                                                   | 0           | 0                                  |

|                                          |       |       |
|------------------------------------------|-------|-------|
| Самостоятельная работа (СРС)             | 35,75 | 35,75 |
| Подготовка к практическим работам        | 35,75 | 35.75 |
| Консультации и промежуточная аттестация  | 4,25  | 4,25  |
| Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен) | -     | зачет |

## 5. Содержание дисциплины

| № раздела | Наименование разделов дисциплины                                                                                                                                  | Объем аудиторных занятий по видам в часах |   |    |    |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|---|----|----|
|           |                                                                                                                                                                   | Всего                                     | Л | ПЗ | ЛР |
| 1         | Этапы развития тяговых электродвигателей наземных транспортных средств - электромобилей                                                                           | 4                                         | 2 | 2  | 0  |
| 2         | Условия эксплуатации электромобилей; основные технические требования, предъявляемые к электрооборудованию тяговых электродвигателей наземных транспортных средств | 4                                         | 2 | 2  | 0  |
| 3         | Схемотехнические и конструкторские решения низковольтных и высоковольтных тяговых электродвигателей наземных транспортных средств                                 | 4                                         | 2 | 2  | 0  |
| 4         | Компьютерное моделирование тяговых электродвигателей наземных транспортных                                                                                        | 8                                         | 4 | 4  | 0  |
| 5         | Методики параметрических расчетов и моделирования тяговых электродвигателей наземных транспортных средств в зависимости от скорости движения                      | 12                                        | 6 | 6  | 0  |

### 5.1. Лекции

| № лекции | № раздела | Наименование или краткое содержание лекционного занятия                                                                                                           | Кол-во часов |
|----------|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 1        | 1         | Этапы развития тяговых электродвигателей наземных транспортных средств - электромобилей                                                                           | 2            |
| 2        | 2         | Условия эксплуатации электромобилей; основные технические требования, предъявляемые к электрооборудованию тяговых электродвигателей наземных транспортных средств | 2            |
| 3        | 3         | Схемотехнические и конструкторские решения низковольтных и высоковольтных тяговых электродвигателей наземных транспортных средств                                 | 2            |
| 4        | 4         | Компьютерное моделирование тяговых электродвигателей наземных транспортных                                                                                        | 4            |
| 5        | 5         | Методики параметрических расчетов и моделирования тяговых электродвигателей наземных транспортных средств в зависимости от скорости движения                      | 6            |

### 5.2. Практические занятия, семинары

| № занятия | № раздела | Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара                                  | Кол-во часов |
|-----------|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 1         | 1         | Типы тяговых электродвигателей применяемые в автомобилях с комбинированной энергетической установкой | 2            |
| 2         | 2         | Типы тяговых электродвигателей применяемые для электроавтомобилей                                    | 2            |
| 3         | 3         | Тяговые электродвигатели автобусов, грузовых и дорожно-строительных                                  | 2            |

|   |   |                                                                                                                                              |   |
|---|---|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
|   |   | машин с комбинированной энергетической установкой                                                                                            |   |
| 4 | 4 | Экспериментальное компьютерное моделирование тяговых электродвигателей наземных транспортных средств                                         | 4 |
| 5 | 5 | Экспериментальное компьютерное моделирование тяговых электродвигателей применяемые в автомобилях с комбинированной энергетической установкой | 4 |
| 6 | 5 | Экспериментальное компьютерное моделирование тяговых электродвигателей применяемые для электроавтомобилей                                    | 2 |

### 5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

### 5.4. Самостоятельная работа студента

| Выполнение СРС                    |                                                                                                                                                                         |         |              |
|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|--------------|
| Подвид СРС                        | Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс                                                                                              | Семестр | Кол-во часов |
| Подготовка к практическим работам | Ютт, В. Е. Электрооборудование автомобилей [Текст] Учебник по спец. "Автомобили и автомоб. хоз-во". - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Транспорт, 1995. - 303,[1] с. ил. | 3       | 35,75        |

## 6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

### 6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

| № КМ | Се-местр | Вид контроля     | Название контрольного мероприятия                                                                                            | Вес | Макс. балл | Порядок начисления баллов                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Учитывается в ПА |
|------|----------|------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| 1    | 3        | Текущий контроль | Презентация к докладу "Типы тяговых электродвигателей применяемые в автомобилях с комбинированной энергетической установкой" | 1   | 5          | Презентация к докладу сдается по окончании 2 недели обучения во время практических занятий № 1,2. Презентация к докладу должна быть выполнена и оформлена в Microsoft PowerPoint соответствии с требованиями для презентаций. Презентация к докладу представляется в форме доклада. Студент озвучивает суть предложений в презентации к докладу в течение 5 минут. Преподаватель задает уточняющие вопросы. Критерии начисления баллов: | зачет            |

|   |   |                  |                                                                                  |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |       |
|---|---|------------------|----------------------------------------------------------------------------------|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
|   |   |                  |                                                                                  |   | <p>работа сдана в срок, презентация выполнена аккуратно, доклад содержит суть предложений, студент ответил на все вопросы – 5 баллов;</p> <p>- работа сдана в срок, презентация выполнена аккуратно, доклад содержит суть предложений, студент ответил не все вопросы или ответы носили не полный характер – 4 балла;</p> <p>- работа сдана в срок, презентация выполнена аккуратно, доклад содержит суть предложений, студент не ответил на все вопросы или ответы носили не полный характер – 3 балла;</p> <p>- работа сдана в срок, презентация выполнена небрежно, доклад не структурирован, студент не ответил на вопросы – 2 балла;</p> <p>- презентация не подготовлена, студент не ответил ни на один вопрос – 1 балл</p> <p>- работа не представлена – 0 баллов.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |       |
| 2 | 3 | Текущий контроль | Презентация к докладу "Типы тяговых электродвигателей применяемые в автомобилях" | 1 | 5 <p>Презентация к докладу сдается по окончании 4 недели обучения во время практических занятий № 3,4.</p> <p>Презентация к докладу должна быть выполнена и оформлена в Microsoft PowerPoint соответствии с требованиями для презентаций.</p> <p>Презентация к докладу представляется в форме доклада.</p> <p>Студент озвучивает суть предложений в презентации к докладу в течение 5 минут. Преподаватель задает уточняющие вопросы.</p> <p>Критерии начисления баллов:</p> <p>работа сдана в срок, презентация выполнена аккуратно, доклад содержит суть предложений, студент ответил на все вопросы – 5 баллов;</p> <p>- работа сдана в срок, презентация выполнена аккуратно, доклад содержит суть предложений, студент ответил не все вопросы или ответы носили не полный характер – 4 балла;</p> <p>- работа сдана в срок, презентация выполнена аккуратно, доклад содержит суть предложений, студент не ответил на все вопросы или ответы носили не полный характер – 3 балла;</p> <p>- работа сдана в срок, презентация выполнена небрежно, доклад не структурирован, студент не ответил на вопросы – 2 балла;</p> <p>- презентация не подготовлена, студент не ответил ни на один вопрос</p> | зачет |

|   |   |                          |                                                                                                                                                     |   |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |       |
|---|---|--------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
|   |   |                          |                                                                                                                                                     |   |    | – 1 балл<br>- работа не представлена – 0 баллов.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |       |
| 3 | 3 | Текущий контроль         | Презентация к докладу "Тяговые аккумуляторные батареи автобусов, грузовых и дорожно-строительных машин с комбинированной энергетической установкой" | 1 | 5  | <p>Презентация к докладу сдается по окончании 6 недели обучения во время практических занятий № 5,6.</p> <p>Презентация к докладу должна быть выполнена и оформлена в Microsoft PowerPoint соответствии с требованиями для презентаций.</p> <p>Презентация к докладу представляется в форме доклада.</p> <p>Студент озвучивает суть предложений в презентации к докладу в течение 5 минут. Преподаватель задает уточняющие вопросы.</p> <p>Критерии начисления баллов:</p> <p>работа сдана в срок, презентация выполнена аккуратно, доклад содержит суть предложений, студент ответил на все вопросы – 5 баллов;</p> <p>- работа сдана в срок, презентация выполнена аккуратно, доклад содержит суть предложений, студент ответил не все вопросы или ответы носили не полный характер – 4 балла;</p> <p>- работа сдана в срок, презентация выполнена аккуратно, доклад содержит суть предложений, студент не ответил на все вопросы или ответы носили не полный характер – 3 балла;</p> <p>- работа сдана в срок, презентация выполнена небрежно, доклад не структурирован, студент не ответил на вопросы – 2 балла;</p> <p>- презентация не подготовлена, студент не ответил ни на один вопрос – 1 балл</p> <p>- работа не представлена – 0 баллов.</p> | зачет |
| 4 | 3 | Промежуточная аттестация | Зачет                                                                                                                                               | - | 20 | <p>При недостаточной и/или не устраивающей студента величине рейтинга ему может быть предложено пройти тестирование по основным разделам дисциплины. Тест состоит из 20 вопросов, позволяющих оценить сформированность компетенций. На ответы отводится 1 час. Правильный ответ на вопрос соответствует 1 баллу. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов. Максимальное количество баллов за промежуточную аттестацию - 20 баллов.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | зачет |

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

| Вид | Процедура проведения | Критерии |
|-----|----------------------|----------|
|-----|----------------------|----------|

| промежуточной аттестации |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | оценивания                              |
|--------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| зачет                    | На зачете происходит оценивание знаний, умений и приобретенного опыта обучающихся по дисциплине на основе полученных оценок за контрольно-рейтинговые мероприятия текущего контроля. При недостаточной и/или не устраивающей студента величине рейтинга ему может быть предложено пройти тестирование по основным разделам дисциплины. В результате складывается совокупный рейтинг студента, который проставляется в ведомость и зачетную книжку студента. Зачтено: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине больше или равно 60 %. Не зачтено: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине - менее 60 %. | В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения |

### 6.3. Паспорт фонда оценочных средств

| Компетенции | Результаты обучения                                                                                                                                                                                 | №<br>КМ |   |   |   |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|---|---|---|
|             |                                                                                                                                                                                                     | 1       | 2 | 3 | 4 |
| ПК-2        | Знает: основные этапы и цели компьютерного моделирования; основные схемы и условия эксплуатации гибридных силовых установок                                                                         |         |   |   | + |
| ПК-2        | Умеет: применять специализированные программные комплексы для моделирования элементов и систем гибридных силовых установок, а также условий работы установки в составе конечного объекта применения |         |   |   | + |
| ПК-2        | Имеет практический опыт: владеет навыками выполнения цифрового моделирования гибридных силовых установок, оценки и представления его результатов                                                    |         |   |   | + |
| ПК-3        | Знает: основные этапы и цели компьютерного моделирования; основные схемы и условия эксплуатации гибридных силовых установок                                                                         |         |   |   | + |
| ПК-3        | Умеет: применять специализированные программные комплексы для моделирования элементов и систем гибридных силовых установок, а также условий работы установки в составе конечного объекта применения |         |   |   | + |
| ПК-3        | Имеет практический опыт: владеет навыками выполнения цифрового моделирования гибридных силовых установок, оценки и представления его результатов                                                    |         |   |   | + |

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

#### а) основная литература:

1. Электроэнергетические системы в примерах и иллюстрациях : Учеб. пособие для электроэнерг. спец. вузов / Под ред. В. А. Веникова. - М. : Энергоатомиздат, 1983. - 503 с. : ил.

#### б) дополнительная литература:

Не предусмотрена

#### в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:

Не предусмотрены

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Ютт, В. Е. Электрооборудование автомобилей [Текст] Учебник по спец."Автомобили и автомоб. хоз-во". - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Транспорт, 1995. - 303,[1] с. ил.

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Ютт, В. Е. Электрооборудование автомобилей [Текст] Учебник по спец."Автомобили и автомоб. хоз-во". - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Транспорт, 1995. - 303,[1] с. ил.

### **Электронная учебно-методическая документация**

Нет

Перечень используемого программного обеспечения:

Нет

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Нет

### **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Не предусмотрено