

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Максимов Алексей Борисович

Должность: директор департамента по образовательной политике

Дата подписания: 25.09.2020 14:33:04

Уникальный программный ключ:

8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета урбанистики  
и городского хозяйства

 Л.А. Марюшин

« 30 » 09 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Технология производства электромеханических и  
электронных систем»**

Направление подготовки  
**13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»**

Квалификация (степень) выпускника  
**бакалавр**

Форма обучения  
**Очная**

Москва 2020

## **1. Цели освоения дисциплины.**

К **основным целям** освоения дисциплины «Технология производства электромеханических и электронных систем» следует отнести:

– формирование у студентов необходимого уровня знаний и профессионально-практических навыков для разработки агрегатов, узлов и деталей электромеханических и электронных систем с использованием современных программных средств;

– усвоение студентами теоретических и практических знаний в объёме, необходимом для создания изделий электромеханических и электронных систем, а именно изучений технологии традиционного и автоматизированного проектирования объектов для реализации технического замысла и раскрытия инженерной сущности конструкции на всех этапах их разработки, в том числе при выполнении проектов специалистами, работающими по профилю подготовки «Электрооборудование и промышленная электроника»;

- изучение теоретических основ науки технологии;

- изучение основных технологических процессов производства электромеханических и электронных систем;

- изучение основных технологических процессов производства электронных изделий электромеханических и электронных систем.

К **основным задачам** освоения дисциплины «Технология производства электромеханических и электронных систем» следует отнести:

- изучение студентами базовых знаний в области современного электрооборудования;

- ознакомление с техническими средствами проектирования технологических процессов при производстве электромеханических и электронных систем.

«Технология производства электромеханических и электронных систем» – профессиональная дисциплина, которая является основой технологической подготовки студентов и способствует успешному усвоению других специальных дисциплин.

## **2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата.**

Данная дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений профессионального цикла Б.1 модуля «Электроэнергетика и электротехника» основной образовательной программы подготовки бакалавров по профилю «Электрооборудование и промышленная электроника». Дисциплина взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

– физика.

– общие вопросы энергетики;

– теоретические основы электротехники;

- электротехническое и конструкционное материаловедение;

- устройство электромеханических систем.

Учебная и производственная практики.

***Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы).***

В результате освоения дисциплины у обучающихся формируются следующие компетенции и должны быть достигнуты следующие результаты обучения как этап формирования соответствующих компетенций:

<b>Код компетенции</b>	<b>В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать</b>	<b>Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине</b>
ПК-7	готовностью обеспечивать требуемые режимы и заданные параметры технологического процесса по заданной методике	<b>знать:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• методики теоретических и экспериментальных научных исследований по поиску и проверке новых идей совершенствования проектных решений</li></ul> <b>уметь:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• разрабатывать методики теоретических и экспериментальных научных исследований по поиску и проверке новых идей совершенствования проектных решений</li></ul> <b>владеть:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• методами и приемами работы с компьютером как средством управления информацией;</li><li>• базовыми методами проектирования, испытаний и диагностики</li></ul>
ПК-14	способностью применять методы и технические средства эксплуатационных испытаний и диагностики электроэнергетического и электротехнического оборудования	<b>знать:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Методы проектирования, испытаний и диагностики</li></ul> <b>уметь:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• разрабатывать методики проектирования, испытаний и диагностики</li></ul> <b>владеть:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• методами проектирования, испытаний и диагностики</li></ul>

### **3. Структура и содержание дисциплины.**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, т.е. 180 академически часов.

Из них:

18 часов – лекционные занятия;

54 часа – семинары и практические занятия;

108 часов – самостоятельная работа.

**Пятый семестр: 5 зачетных единиц, форма контроля – экзамен.**

### **4. Содержание разделов дисциплины.**

Структура и содержание дисциплины «Технология производства электромеханических и электронных систем» по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» (бакалавриат) представлены в Приложении №1 к данной Рабочей программе.

Раздел 1.

1.1. Введение. Технология как наука. Значение технологии в производстве изделий АТЭ. Технологический процесс и его составные элементы. Основные понятия и определения.

1.2. Типы производства и их влияние на параметры технологического процесса. Последовательность проектирования технологического процесса. Технологичность конструкции детали и изделия. Основные и показатели технологичности. Оценка вариантов технологического процесса по себестоимости продукции.

1.3. Качество поверхности. Показатели качества поверхности.

Шероховатость поверхности. Показатели шероховатости поверхности.

Волнистость поверхности и точность формы детали. Методы контроля качества поверхности.

1.4. Точность технологического процесса. Критерии точности. Источники производственных погрешностей. Методы регулирования точности технологических процессов. Вероятностно-статистический метод регулирования точности технологического процесса, метод точностных диаграмм.

1.5. Базирование деталей. Классификация баз. Правило шести степеней свободы, принципы единства и постоянства баз при базировании.

Расчёт погрешности базирования при установке цилиндрической детали на двойную направляющую базу (призму).

1.6. Приспособления. Назначение, элементы приспособлений, порядок проектирования приспособления. Конструкция установочных и зажимных элементов приспособления. Расчёт усилия зажима детали в приспособлении.

1.7. Понятие о припуске на механическую обработку детали. Порядок расчёта припусков. Расчёт припуска для деталей типа «вал» и «отверстие».

1.8. Размерные цепи. Классификация размерных цепей. Методы расчёта размерных цепей «максимума-минимума» и вероятностный метод.

- 1.9. Обеспечение качества продукции на предприятии. Особенности операций контроля, применяемое оборудование и оснастка.
- 1.10. Автоматизация и механизация. Цели механизации и автоматизации. Критерии оценки уровня автоматизации и механизации. Понятие о гибких автоматических производствах.
- 1.11. Сборка изделий. Особенности и значение сборки. Виды сборки. Узловая и поточная сборки. Типы сборочных конвейеров.

## Раздел 2.

- 2.1. Поверхностные покрытия. Классификация поверхностных покрытий по конструкторским и технологическим признакам.
- 2.2. Металлические покрытия. Общая характеристика, способы нанесения и контроля.
- 2.3. Химические покрытия. Характеристика, способы нанесения.
- 2.4. Пайка. Характеристика операции. Типы припоев и флюсов. Расчёт режима пайки.
- 2.5. Классификация методов пайки. Применяемое оборудование и оснастка.
- 2.6. Технологические процессы и оборудование для изготовления печатных плат.
- 2.7. Классификация обмоток по технологическим признакам.
- 2.8. Технологические требования к элементам катушек, каркасам и проводам.
- 2.9. Структурная схема намоточного оборудования.
- 2.10. Отдающие устройства намоточного оборудования.
- 2.11. Натяжные устройства намоточного оборудования. Контроль натяжения провода при намотке.
- 2.12. Демпфирующие устройства намоточного оборудования.
- 2.13. Раскладчики и приводы намоточного оборудования.
- 2.14. Структурная схема намоточного оборудования.
- 2.15. Способы намотки пазовых обмоток.
- 2.16. Намотка обмоток жестким проводом. Оборудование для намотки якорей стартеров
- 2.17. Виды неуравновешенности и способы балансировки роторов.
- 2.18. Пропитка обмоток. Назначение, материалы, методы пропитки.
- 2.19. Технология постоянных магнитов. Намагничивающие устройства для намагничивания постоянных магнитов.
- 2.20. Способы стабилизации постоянных магнитов.
- 2.21. Контроль постоянных магнитов.
- 2.22. Технология изготовления контактов.
- 2.23. Особенности технологических процессов производства изделий электромеханических и электронных систем.
- 2.24. Структура технологического процесса изготовления узлов на основе печатного монтажа.
- 2.25. Расчёт точности элементов рисунка печатной платы.
- 2.26. Травление печатной платы. Оборудование для травления.

- 2.27. Операции сверления монтажных отверстий.
- 2.28. Расчёт точности сверления монтажных отверстий.
- 2.29. Операции подготовки радиоэлементов к сборке печатной платы.
- 2.30. Операции и оборудование установки радиоэлементов.
- 2.31. Пайка печатной платы.
- 2.32. Толстоплёночная технология. Основные операции и оборудование
- 2.33. Расчёт точности параметров толстоплёночных резисторов. Операции и оборудование для подгонки величины сопротивления резисторов.
- 2.34. Основные операции и оборудование тонкоплёночной технологии.
- 2.35. Основные операции и оборудование полупроводниковой технологии.

## **5. Перечень и содержание занятий лекционного типа**

Лекция 1. Введение. Технология как наука. Значение технологии в производстве изделий. Технологический процесс и его составные элементы. Основные понятия и определения.

Лекция 2. Типы производства и их влияние на параметры технологического процесса. Последовательность проектирования технологического процесса. Технологичность конструкции детали и изделия. Основные и показатели технологичности. Оценка вариантов технологического процесса по себестоимости продукции.

Лекция 3. Качество поверхности. Показатели качества поверхности.

Шероховатость поверхности. Показатели шероховатости поверхности.

Волнистость поверхности и точность формы детали. Методы контроля качества поверхности.

Лекция 4. Точность технологического процесса. Критерии точности. Источники производственных погрешностей. Методы регулирования точности технологических процессов. Вероятностно-статистический метод регулирования точности технологического процесса, метод точностных диаграмм.

Лекция 5. Базирование деталей. Классификация баз. Правило шести степеней свободы, принципы единства и постоянства баз при базировании.

Расчёт погрешности базирования при установке цилиндрической детали на двойную направляющую базу (призму).

Лекция 6. Приспособления. Назначение, элементы приспособлений, порядок проектирования приспособления. Конструкция установочных и зажимных элементов приспособления. Расчёт усилия зажима детали в приспособлении.

Лекция 7. Понятие о припуске на механическую обработку детали. Порядок расчёта припусков. Расчёт припуска для деталей типа «вал» и «отверстие».

Лекция 8. Размерные цепи. Классификация размерных цепей. Методы расчёта размерных цепей «максимума-минимума» и вероятностный метод.

Лекция 9. Обеспечение качества продукции на предприятии. Особенности операций контроля, применяемое оборудование и оснастка.

Лекция 10. Автоматизация и механизация. Цели механизации и автоматизации. Критерии оценки уровня автоматизации и механизации. Понятие о гибких автоматических производствах.

Лекция 11. Сборка изделий. Особенности и значение сборки. Виды сборки. Узловая и поточная сборки. Типы сборочных конвейеров.

Лекция 12. Поверхностные покрытия. Классификация поверхностных покрытий по конструкторским и технологическим признакам.

Лекция 13. Металлические покрытия. Общая характеристика, способы нанесения и контроля.

Лекция 14. Химические покрытия. Характеристика, способы нанесения.

Лекция 15. Пайка. Характеристика операции. Типы припоев и флюсов. Расчёт режима пайки.

Лекция 16. Классификация методов пайки. Применяемое оборудование и оснастка.

Лекция 17. Технологические процессы и оборудование для изготовления печатных плат.

Лекция 18. Классификация обмоток по технологическим признакам.

Лекция 19. Технологические требования к элементам катушек, каркасам и проводам.

Лекция 20. Структурная схема намоточного оборудования.

Лекция 21. Отдающие устройства намоточного оборудования.

Лекция 22. Натяжные устройства намоточного оборудования. Контроль натяжения провода при намотке.

Лекция 23. Демпфирующие устройства намоточного оборудования.

Лекция 24. Раскладчики и приводы намоточного оборудования.

Лекция 25. Структурная схема намоточного оборудования.

Лекция 26. Способы намотки пазовых обмоток.

Лекция 27. Намотка обмоток жестким проводом. Оборудование для намотки якорей стартеров

Лекция 28. Виды неуравновешенности и способы балансировки роторов.

Лекция 29. Пропитка обмоток. Назначение, материалы, методы пропитки.

Лекция 30. Технология постоянных магнитов. Намагничивающие устройства для намагничивания постоянных магнитов.

Лекция 31. Способы стабилизации постоянных магнитов.

Лекция 32. Контроль постоянных магнитов.

Лекция 33. Технология изготовления контактов.

Лекция 34. Особенности технологических процессов производства изделий электромеханических и электронных систем.

Лекция 35. Структура технологического процесса изготовления узлов на основе печатного монтажа.

Лекция 36. Расчёт точности элементов рисунка печатной платы.

Лекция 37. Травление печатной платы. Оборудование для травления.

Лекция 38. Операции сверления монтажных отверстий.

Лекция 39. Расчёт точности сверления монтажных отверстий.

Лекция40. Операции подготовки радиоэлементов к сборке печатной платы.  
Лекция41. Операции и оборудование установки радиоэлементов.  
Лекция42. Пайка печатной платы.  
Лекция43. Толстоплёночная технология. Основные операции и оборудование  
Лекция44. Расчёт точности параметров толстоплёночных резисторов.  
Операции и оборудование для подгонки величины сопротивления резисторов.  
Лекция45. Основные операции и оборудование тонкоплёночной технологии.  
Лекция46. Основные операции и оборудование полупроводниковой технологии.

### **6. Образовательные технологии.**

Методика преподавания дисциплины «Технология производства автотракторного электрооборудования» и реализация компетентного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование следующих активных и интерактивных форм проведения групповых, индивидуальных, аудиторных занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся:

- подготовка к выполнению практических работ в лабораториях вуза;
- обсуждение и защита рефератов по дисциплине;
- организация и проведение текущего контроля знаний студентов в форме бланкового тестирования;
- проведение мастер-классов экспертов и специалистов по методам и средствам испытаний;
- проведение занятий, в том числе в интерактивных формах, определено главной целью образовательной программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием дисциплины «Технология производства автотракторного электрооборудования» и в целом по дисциплине составляют 50% аудиторных занятий. Занятия лекционного типа составляют 50% от объема аудиторных занятий.

### **7. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.**

Оценочные средства текущего контроля успеваемости включают контрольные вопросы и задания в форме устного, бланкового и (или) компьютерного тестирования, для контроля освоения обучающимися разделов дисциплины, защита курсовой работы.

*7.1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю).*

7.1.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.



В результате освоения дисциплины (модуля) формируются следующие компетенции:

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать
ПК-7	готовностью обеспечивать требуемые режимы и заданные параметры технологического процесса по заданной методике
ПК-14	способностью применять методы и технические средства эксплуатационных испытаний и диагностики электроэнергетического и электротехнического оборудования

В процессе освоения образовательной программы данные компетенции, в том числе их отдельные компоненты, формируются поэтапно в ходе освоения обучающимися дисциплин (модулей), практик в соответствии с учебным планом и календарным графиком учебного процесса.

*7.1.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых по итогам освоения дисциплины (модуля), описание шкал оценивания.*

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю).

<b>ПК-7 готовностью обеспечивать требуемые режимы и заданные параметры технологического процесса по заданной методике</b>				
Показатель	Критерии оценивания			
	2	3	4	5
<b>знать:</b> методы разработки технологических узлов электроэнергетического оборудования	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: методы разработки технологических узлов электроэнергетического оборудования	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: методы разработки технологических узлов электроэнергетического оборудования. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: методы разработки технологических узлов электроэнергетического оборудования, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: методы разработки технологических узлов электроэнергетического оборудования, свободно оперирует приобретенным

		затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.	операциях.	и знаниями.
<b>уметь:</b> разрабатывать методы разработки технологических узлов электроэнергетического оборудования	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет разрабатывать методы разработки технологических узлов электроэнергетического оборудования	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: разрабатывать методы разработки технологических узлов электроэнергетического оборудования. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации.	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: разрабатывать методы разработки технологических узлов электроэнергетического оборудования. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: разрабатывать методы разработки технологических узлов электроэнергетического оборудования. Обучающийся свободно оперирует приобретенным и умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

<p><b>владеть:</b> методами разработки технологических узлов электроэнергетического оборудования</p>	<p>Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет методами разработки технологических узлов электроэнергетического оборудования</p>	<p>Обучающийся владеет методами разработки технологических узлов электроэнергетического оборудования в неполном объеме, допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками по ряду показателей, Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.</p>	<p>Обучающийся частично владеет методами разработки технологических узлов электроэнергетического оборудования, навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.</p>	<p>Обучающийся в полном объеме владеет методами разработки технологических узлов электроэнергетического оборудования, свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.</p>
--	---	---	---	--

**ПК-14 способностью применять методы и технические средства эксплуатационных испытаний и диагностики электроэнергетического и электротехнического оборудования**

<p><b>знать:</b> методы, определения и обеспечения эффективных режимов технологического процесса по заданной методике</p>	<p>Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: методы, определения и обеспечения эффективных режимов технологического процесса по заданной методике</p>	<p>Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: методы, определения и обеспечения эффективных режимов технологического процесса по заданной методике. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: методы, определения и обеспечения эффективных режимов технологического процесса по заданной методике, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: методы, определения и обеспечения эффективных режимов технологического процесса по заданной методике, свободно оперирует приобретенным и знаниями.</p>
---	--	---	--	---

<p><b>уметь:</b> применять методы, определения и обеспечения эффективных режимов технологического процесса по заданной методике</p>	<p>Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет применять методы, определения и обеспечения эффективных режимов технологического процесса по заданной методике</p>	<p>Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: применять методы, определения и обеспечения эффективных режимов технологического процесса по заданной методике. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: применять методы, определения и обеспечения эффективных режимов технологического процесса по заданной методике. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: применять методы, определения и обеспечения эффективных режимов технологического процесса по заданной методике. Обучающийся свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.</p>
<p><b>владеть:</b> методами определения и обеспечения эффективных режимов технологического процесса по заданной методике</p>	<p>Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет методами определения и обеспечения эффективных режимов технологического процесса по заданной методике</p>	<p>Обучающийся владеет методами определения и обеспечения эффективных режимов технологического процесса по заданной методике в неполном объеме, допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками по ряду показателей, Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.</p>	<p>Обучающийся частично владеет методами определения и обеспечения эффективных режимов технологического процесса по заданной методике; навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные</p>	<p>Обучающийся в полном объеме владеет методами определения и обеспечения эффективных режимов технологического процесса по заданной методике, свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.</p>

			ситуации.	
--	--	--	-----------	--

**ПК-28 способность анализировать технологический процесс как объект управления**

<p><b>знать:</b> методы анализа технологических процессов как объектов управления</p>	<p>Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: методы анализа технологических процессов как объектов управления</p>	<p>Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: методы анализа технологических процессов как объектов управления. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: методы анализа технологических процессов как объектов управления, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: методы анализа технологических процессов как объектов управления, свободно оперирует приобретенным и знаниями.</p>
<p><b>уметь:</b> применять методы анализа технологических процессов как объектов управления</p>	<p>Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет применять методы анализа технологических процессов как объектов управления</p>	<p>Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: применять методы анализа технологических процессов как объектов управления. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: применять методы анализа технологических процессов как объектов управления. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений</p>	<p>Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: применять методы анализа технологических процессов как объектов управления. Обучающийся свободно оперирует приобретенным и умениями, применяет их в ситуациях повышенной</p>

			на новые, нестандартные ситуации.	сложности.
<b>владеть:</b> методами анализа технологических процессов как объектов управления	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет методами анализа технологических процессов как объектов управления	Обучающийся владеет методами анализа технологических процессов как объектов управления в неполном объеме, допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками по ряду показателей, Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.	Обучающийся частично владеет методами анализа технологических процессов как объектов управления; навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Обучающийся в полном объеме владеет методами анализа технологических процессов как объектов управления, свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.

К аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Технология производства автотракторного электрооборудования» (курсовая работа).

**Форма аттестации: экзамен (5 семестр).**

*К аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Технология производства электромеханических и электронных систем» (выполнили курсовые работы).*

*Аттестация обучающихся в форме экзамена проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине, при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине методом экспертной оценки. По итогам аттестации по дисциплине выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».*

Соответствие балльной шкалы оценок, итогового рейтингового балла (Б) по результатам освоения дисциплины и уровней сформированных компетенций Оценка	Уровень сформированности компетенций	Пояснения
«5» отлично	Высокий	Теоретическое содержание курса освоено полностью, компетенции сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены
«4» хорошо	Базовый	Теоретическое содержание курса освоено полностью, компетенции сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены с незначительными замечаниями
«3» удовлетворительно	Пороговый	Теоретическое содержание курса освоено частично, компетенции сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, в них имеются ошибки
«2» неудовлетворительно	Низкий	Теоретическое содержание курса не освоено, компетенции не сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий либо не выполнены, либо содержат грубые ошибки; дополнительная самостоятельная работа над материалом не привела к какому-либо значительному повышению качества выполнения учебных заданий

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

### а) основная литература:

1. Мельников А.Ф. и др. Технология производства электрооборудования автомобилей и тракторов: Учебник для высш. учеб. заведений / - М.: "Академия", 2009.-272 с.
2. Дашенко А.И. Технология двигателестроения, -М.,Машиностроение, 2010.
- Гурин Ф. В., Клепиков В.Д., Рейн В.В. Технология автотракторостроения, М., Энергоиздат, 2006.
3. Гаврилов А.Н. Технология авиационного приборостроения. М., Машиностроение, 2007.
4. Антонов М.В., Герасимова Л.С. Технология производства электрических машин, - М., Энергоиздат, 2008 г.

#### **б) дополнительная литература:**

1. Красильников В.Е., Перлов В.А., Сметнев Н.Н. Лабораторный практикум по технологии производства и ремонта автотракторного электрооборудования. М., Машиностроение, 2006.
2. Антонов М.В. Технология сборки электрических машин и аппаратов., - Высш. шк., 2006.
3. Осьмаков В.В. Технология изготовления обмоток электрических машин, М., Машиностроение, 2007.
4. Фрумкин Г.Д. Расчёт и конструирование радиоаппаратуры, М., Высшая школа, 2009.
5. Парфёнов О.Д. Технология микросхем, М., Высш. шк., 2

#### **в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**

Электронно-библиотечные системы, предоставляющей возможность круглосуточного дистанционного индивидуального доступа для каждого обучающегося:

1. ZNANIUM.COM <http://znanium.com/>. Одновременный и неограниченный доступ ко всем книгам, входящим в пакеты, в любое время, из любого места посредством сети Интернет.
2. Книгафонд <http://www.knigafund.ru/>.
3. БиблиоТех <http://www.bibliotech.ru/>.

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

Лаборатории кафедры «Электрооборудование и промышленная электроника», оснащены лабораторным оборудованием, стендами, образцами конструкций автотракторного электрооборудования, контрольно-измерительным оборудованием, компьютерами.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению подготовки бакалавров 13.03.02 - «Электроэнергетика и электротехника».

### **10. Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов.**

В процессе обучения студенты должны выполнить одну курсовую работу, которая является допуском к экзамену.

#### *10.1. Занятия лекционного типа.*

В ходе лекций преподаватель излагает и разъясняет основные, наиболее сложные понятия темы, а также связанные с ней теоретические и практические проблемы, дает рекомендации на выполнение самостоятельной работы.

В ходе лекций обучающимся рекомендуется:

- вести конспектирование учебного материала;
- обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению;



- задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

В рабочих конспектах желательно оставлять поля, на которых во внеаудиторное время можно сделать пометки из учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся, дополняющего материал прослушанной лекции, а также пометки, подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Для успешного овладения курсом необходимо посещать все лекции, так как тематический материал взаимосвязан между собой. В случаях пропуска занятия студенту необходимо самостоятельно изучить материал и ответить на контрольные вопросы по пропущенной теме во время индивидуальных консультаций.

### *10.2. Занятия семинарского типа. Практические занятия.*

Практическое занятие - это занятие, проводимое под руководством преподавателя в учебной аудитории, направленное на углубление научно-теоретических знаний и овладение определенными методами самостоятельной работы. В процессе таких занятий вырабатываются практические умения.

При подготовке к практическим занятиям обучающемуся необходимо изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, подготовить конспект по методической литературе с учетом рекомендаций преподавателя.

На практическом занятии главное - уяснить связь решаемых задач с теоретическими положениями. При решении предложенной задачи нужно стремиться не только получить правильный ответ, но и усвоить общий метод решения подобных задач.

Рекомендуется использовать следующий порядок записи решения задачи:

- исходные данные для решения задачи (что дано);
- что требуется получить в результате решения;
- какие законы и положения должны быть применены;
- общий план (последовательность) решения;
- расчеты;
- полученный результат и его анализ.

Логическая связь лекций и практических занятий заключается в том, что информация, полученная на лекции, в процессе самостоятельной работы на практическом занятии осмысливается и перерабатывается, при помощи преподавателя анализируется до мельчайших подробностей, после чего прочно усваивается.

### *10.3. Занятия семинарского типа. Лабораторные работы.*

Цель лабораторных работ - изучить и осознать определенные физические процессы и закономерности. Выполнение работы и получение достоверных результатов осуществляется опытным путем в специальном помещении – лаборатории, то есть наглядно, так сказать.

Накануне работы преподаватель сообщает тему и просит студентов дополнительно к ней подготовиться, выполнить конспект теоретического материала.

Лабораторная работа подразумевает:

1. Изучение определенного физического или технологического процесса на практике, используя при этом методы, предварительно изученные на лекциях.

2. Выбор наиболее оптимального приема выполнения замеров и исследования, которые обеспечивает наиболее точный результат.

3. Определение фактического результата и его сравнение с теоретическими данными, описанными в учебнике согласно выбранной тематике.

4. Обнаружение причин полученного несоответствия и грамотное изложение их в отчете лабораторной работы.

5. Грамотное оформление выводов согласно требованиям методички.

6. Оформление отчета по лабораторной работе и его защита.

*10.4. Самостоятельная работа. Подготовка к занятиям лекционного и семинарского типа.*

Важной частью самостоятельной работы является умение выделить основополагающие, отправные точки в понимании материала. Особо важную роль в этом процессе необходимо уделить конспекту лекций, в котором преподаватель сформировал «скелет», структуру раздела дисциплины. Читанием учебной и научной литературы обучающийся углубляет и расширяет знания о предмете изучения. Основная функция учебников – ориентировать студента в системе знаний, умений и навыков, которые должны быть усвоены будущими специалистами по данной дисциплине.

Подготовка к занятиям лекционного типа подразумевает приобретение обучающимся первичных знаний по теме лекции для подготовки к структуризации объекта изучения, которую преподаватель выполняет на лекции. Изучение материала по теме лекции имеет цель уточнения отдельных моментов.

Перед практическим занятием следует изучить конспект лекции и рекомендованную преподавателем литературу, обращая внимание на практическое применение теории и на методику решения типовых задач.

Перед лабораторной работой обучающийся подготавливает заготовку отчета, выполняя конспект теоретического материала по методической литературе с учетом рекомендаций преподавателя. В процессе конспектирования обучающийся теоретически знакомится с предстоящим заданием или получает общее представление о том, что необходимо будет сделать лабораторной работе.

*10.5. Самостоятельная работа. Проработка тем вынесенных на самостоятельное изучение.*

Дисциплина «Технология производства автотракторного электрооборудования» содержит, в том числе, сведения о методах испытаний

электрооборудования автомобилей и тракторов, а также их узлов, агрегатов и систем. Успешное освоение дисциплины невозможно без самостоятельной проработки отдельных тем.

10.6. Самостоятельная работа. Подготовка к экзамену.

Подготовка к экзамену предполагает:

- изучение основной и дополнительной литературы;
- изучение конспектов лекций;
- изучение конспектов практических занятий и отчетов по лабораторным работам;
- дистанционное тестирование по темам.

## **11. Методические рекомендации для преподавателя.**

В процессе обучения студенты должны на 7 и 8 семестрах освоить материал дисциплины в соответствии с контрольными вопросами.

11.1. Контрольные вопросы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины, а также для контроля самостоятельной работы по отдельным разделам дисциплины:

11.1.1. На 7-ом семестре

11.1.1.1. Введение. Технология как наука. Значение технологии в производстве изделий АТЭ. Технологический процесс и его составные элементы. Основные понятия и определения.

11.1.1.2. Типы производства и их влияние на параметры технологического процесса. Последовательность проектирования технологического процесса

Технологичность конструкции детали и изделия. Основные и показатели технологичности. Оценка вариантов технологического процесса по себестоимости продукции.

11.1.1.3. Качество поверхности. Показатели качества поверхности.

Шероховатость поверхности. Показатели шероховатости поверхности.

Волнистость поверхности и точность формы детали. Методы контроля качества поверхности.

11.1.1.4. Точность технологического процесса. Критерии точности. Источники производственных погрешностей. Методы регулирования точности технологических процессов. Вероятностно-статистический метод регулирования точности технологического процесса, метод точностных диаграмм.

11.1.1.5. Базирование деталей. Классификация баз. Правило шести степеней свободы, принципы единства и постоянства баз при базировании.

Расчёт погрешности базирования при установке цилиндрической детали на двойную направляющую базу (призму).

11.1.1.6. Приспособления. Назначение, элементы приспособлений, порядок проектирования приспособления. Конструкция установочных и

зажимных элементов приспособления. Расчёт усилия зажима детали в приспособлении.

11.1.1.7. Понятие о припуске на механическую обработку детали. Порядок расчёта припусков. Расчёт припуска для деталей типа «вал» и «отверстие».

11.1.1.8 Размерные цепи. Классификация размерных цепей. Методы расчёта размерных цепей «максимума-минимума» и вероятностный метод.

11.1.1.10 Обеспечение качества продукции на предприятии. Особенности операций контроля, применяемое оборудование и оснастка.

11.1.1.11. Автоматизация и механизация. Цели механизации и автоматизации. Критерии оценки уровня автоматизации и механизации. Понятие о гибких автоматических производствах.

11.1.1.12. Сборка изделий. Особенности и значение сборки. Виды сборки. Узловая и поточная сборки. Типы сборочных конвейеров.

На 8-ом семестре:

11.1.2.1. Поверхностные покрытия. Классификация поверхностных покрытий по конструкторским и технологическим признакам.

11.1.2.2. Металлические покрытия. Общая характеристика, способы нанесения и контроля.

11.1.2.3. Химические покрытия. Характеристика, способы нанесения.

11.1.2.4. Пайка. Характеристика операции. Типы припоев и флюсов. Расчёт режима пайки.

11.1.2.5. Классификация методов пайки. Применяемое оборудование и оснастка. Пайка паяльником, погружением, струёй припоя, обкаткой, в печах, облучением.

11.1.2.6. Технологические процессы и оборудование для изготовления печатных плат. Операции изготовления печатных плат: Обрезка, пробивка базовых отверстий, трафаретная печать, травление, сверление. Монтаж радиоэлементов, пайка, термотренировка, контроль.

11.1.2.7. Классификация обмоток по технологическим признакам. Технологические требования к элементам катушек, каркасам и проводам.

11.1.2.8. Структурная схема намоточного оборудования. Отдающие устройства намоточного оборудования. Натяжные устройства намоточного оборудования. Контроль натяжения провода при намотке. Демпфирующие устройства намоточного оборудования. Раскладчики и приводы намоточного оборудования.

11.1.2.9. Способы намотки пазовых обмоток. Челночный и бесчелночный методы укладки провода в пазы магнитопроводов. Намотка обмоток жестким проводом. Оборудование для намотки якорей стартеров

11.1.2.10. Виды неуравновешенности и способы балансировки роторов. Оборудование для статической и динамической балансировки.

11.1.2.11. Пропитка обмоток. Назначение, материалы, методы пропитки.

11.1.2.12. Технология постоянных магнитов. Намагничивающие устройства для намагничивания постоянных магнитов. Способы стабилизации постоянных магнитов. Контроль постоянных магнитов.

11.1.2.13. Технология изготовления контактов. Классификация контактов по технологическим признакам. Анодная резка вольфрамовых прутков. Пайка медью.

11.1.3. Особенности технологических процессов производства изделий автомобильной электроники.

11.1.3.1. Структура технологического процесса изготовления узлов на основе печатного монтажа. Технологические процессы и оборудование для изготовления печатных плат. Операции изготовления печатных плат: Обрезка, пробивка базовых отверстий, трафаретная печать, травление, сверление. Монтаж радиоэлементов, пайка, термотренировка, контроль.

11.1.3.2. Расчёт точности элементов рисунка печатной платы.

11.1.3.3. Травление печатной платы. Оборудование для травления.

11.1.3.4. Операции сверления монтажных отверстий. Расчёт точности сверления монтажных отверстий.

11.1.3.5. Операции подготовки радиоэлементов к сборке печатной платы.

11.1.3.6. Операции и оборудование установки радиоэлементов.

11.1.3.7. Пайка печатной платы.

11.1.3.8. Толстоплёночная технология. Основные операции и оборудование

11.1.3.9. Расчёт точности параметров толстоплёночных резисторов. Операции и оборудование для подгонки величины сопротивления резисторов.

11.1.3.10. Основные операции и оборудование тонкоплёночной технологии.

11.1.3.11. Основные операции и оборудование полупроводниковой технологии.

11.2. Рекомендуемые темы курсовых проектов:

11.2.1. Проектирование технологического процесса сборки изделия автотракторного электрооборудования.

11.2.2. Проектирование операции обработки или сборки изделия автотракторного электрооборудования.

11.2.3. Расчёт параметров технологического процесса изготовления изделия или режимов технологической операции обработки деталей и сборки узлов автотракторного электрооборудования.

11.2.4. Проектирование оборудования, приспособлений или инструмента для операции обработки деталей и сборки узлов автотракторного электрооборудования.

11.2.5. Индивидуальное задание по указанию руководителя (подготовка публикации, доклада, наглядного пособия, расчётной программы на ЭВМ)

Темы расчетно-графических работ:

1. Назначение, элементы приспособлений, порядок проектирования приспособления
2. Порядок расчёта припусков.
3. Методы расчёта размерных цепей.
4. Намотка обмоток жестким проводом.
5. Оборудование для намотки якорей стартеров
6. Технология постоянных магнитов. Намагничивание, стабилизация и контроль постоянных магнитов.

Контрольные работы:

1. Последовательность проектирования технологического процесса
2. Оценка вариантов технологического процесса по себестоимости продукции.
3. Химические и лакокрасочные покрытия.
4. Расчёт режима пайки.
5. Расчёт точности параметров толстоплёночных резисторов.
6. Сборка изделий АТЭ.

Программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки бакалавров 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», утвержденным Минобрнауки России (Приказ от 21.10.2014 г.)

**Программу составил:**

Старший преподаватель

Ю.М. Шматков

**Программа утверждена на заседании кафедры  
«Электрооборудование и промышленная электроника»  
«30» августа 2020 г., протокол № 1**

Заведующий кафедрой,

к.ф-м.н.С.М. Зуев

Структура и содержание дисциплины «Технология производства электромеханических и электронных систем»  
по направлению подготовки бакалавров 13.03.02 - «Электроэнергетика и электротехника»

Раздел	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость в часах					Виды самостоятельной работы студентов					Формы аттестации	
			Л	П/С	Лаб	СРС	КСР	К.Р.	К.П.	РГР	Рефер.	К/р	Э	З
<p>Введение. Технология как наука. Значение технологии в производстве изделий АТЭ. Технологический процесс и его составные элементы. Основные понятия и определения. Типы производства и их влияние на параметры технологического процесса. Последовательность проектирования технологического процесса</p> <p>Технологичность конструкции детали и изделия. Основные и показатели технологичности. Оценка вариантов технологического процесса по себестоимости продукции. Качество поверхности. Показатели качества поверхности. Шероховатость поверхности. Показатели шероховатости поверхности. Волнистость поверхности и точность формы детали. Методы</p>	5		1	3		6								

<p>контроля качества поверхности. Точность технологического процесса. Критерии точности. Источники производственных погрешностей. Методы регулирования точности технологических процессов. Вероятностно-статистический метод регулирования точности технологического процесса, метод точностных диаграмм.</p>														
<p>Базирование деталей. Классификация баз. Правило шести степеней свободы, принципы единства и постоянства баз при базировании. Расчёт погрешности базирования при установке цилиндрической детали на двойную направляющую базу (призму). Приспособления. Назначение, элементы приспособлений, порядок проектирования приспособления. Конструкция установочных и зажимных элементов приспособления. Расчёт усилия зажима детали в приспособлении. Понятие о припуске на механическую обработку детали. Порядок расчёта припусков. Расчёт припуска для деталей типа «вал» и «отверстие». Размерные цепи. Классификация</p>	5		1	3		6								



размерных цепей. Методы расчёта размерных цепей «максимума-минимума» и вероятностный метод.														
Обеспечение качества продукции на предприятии. Особенности операций контроля, применяемое оборудование и оснастка. Автоматизация и механизация. Цели механизации и автоматизации. Критерии оценки уровня автоматизации и механизации. Понятие о гибких автоматических производствах.	5		1	3		6								
Сборка изделий. Особенности и значение сборки. Виды сборки. Узловая и поточная сборки. Типы сборочных конвейеров. Поверхностные покрытия. Классификация поверхностных покрытий по конструкторским и технологическим признакам.	5		1	3		6								
Металлические покрытия. Общая характеристика, способы нанесения и контроля. Химические покрытия. Характеристика, способы нанесения.	5		1	3		6								
Пайка. Характеристика операции. Типы припоев и флюсов. Расчёт режима пайки. Классификация методов пайки.	5		1	3		6								

Применяемое оборудование и оснастка.														
Технологические процессы и оборудование для изготовления печатных плат. Классификация обмоток по технологическим признакам.	5		1	3		6								
Технологические требования к элементам катушек, каркасам и проводам. Структурная схема намоточного оборудования.	5		1	3		6								
Отдающие устройства намоточного оборудования. Натяжные устройства намоточного оборудования. Контроль натяжения провода при намотке.	5		1	3		6								
Демпфирующие устройства намоточного оборудования. Раскладчики и приводы намоточного оборудования.	5		1	3		6								
Структурная схема намоточного оборудования. Способы намотки пазовых обмоток.	5		1	3		6								
Намотка обмоток жестким проводом. Оборудование для намотки якореи стартеров Виды неуравновешенности и способы балансировки роторов. Пропитка обмоток. Назначение, материалы, методы пропитки. Технология постоянных магнитов. Намагничивающие устройства для	5		1	3		6								

намагничивания постоянных магнитов.														
Способы стабилизации постоянных магнитов. Контроль постоянных магнитов. Технология изготовления контактов.	5		1	3		6								
Особенности технологических процессов производства изделий автомобильной электроники. Структура технологического процесса изготовления узлов на основе печатного монтажа.	5		1	3		6								
Расчёт точности элементов рисунка печатной платы. Травление печатной платы. Оборудование для травления.	5		1	3		6								
Операции сверления монтажных отверстий. Расчёт точности сверления монтажных отверстий. Операции подготовки радиоэлементов к сборке печатной платы.	5		1	3		6								
Операции и оборудование установки радиоэлементов. Пайка печатной платы. Толстоплёночная технология. Основные операции и оборудование	5		1	3		6								

Расчёт точности параметров толстоплёночных резисторов. Операции и оборудование для подгонки величины сопротивления резисторов. Основные операции и оборудование тонкоплёночной технологии. Основные операции и оборудование полупроводниковой технологии.	5			1	3		6							
<b>ИТОГО</b>				18	54		108						+	+