**Правительство Российской Федерации**

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования   
"Национальный исследовательский университет   
"Высшая школа экономики"**

Московский институт электроники и математики Национального

исследовательского университета "Высшая школа экономики"

Департамент электронной инженерии

Программа дисциплины

«Математические моделирование физических процессов в конструкциях радиоэлектронных средств»

для направления 11.03.03 «Конструирование и технология электронных средств» подготовки бакалавра

Автор – ст.преподаватель И.А.Иванов

Одобрена Департаментом электронной инженерии

Руководитель \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Б.Г. Львов «\_\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2015 г.

Рекомендована секцией УМС "Электроника" «\_\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2015 г.

Председатель \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ С.У. Увайсов

Утверждена УС МИЭМ «\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2015 г.

Ученый секретарь \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ В.П. Симонов

Москва 2015

*Настоящая программа не может быть использована другими подразделениями университета и другими вузами без разрешения кафедры-разработчика программы*

1. **Область применения и нормативные ссылки.**

Настоящая программа учебной дисциплины устанавливает минимальные требования к знаниям и умениям студента и определяет содержание и виды учебных занятий и отчетности.

Программа предназначена для преподавателей, ведущих данную дисциплину, учебных ассистентов и студентов направления подготовки для направления 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств подготовки, изучающих дисциплину «Математические моделирование физических процессов в конструкциях радиоэлектронных средств»

Программа разработана в соответствии с:

* Федеральным государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования по направлению подготовки 211000 «Конструирование и технология электронных средств» (квалификация (степень) «бакалавр»);
* Образовательной программой подготовки бакалавра 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств;
* Рабочим учебным планом университета по направлению подготовки бакалавра 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств (4 курс), утвержденным в 2015 г.

1. **Цели освоения дисциплины.**

Целью освоения дисциплины «Математические моделирование физических процессов в конструкциях радиоэлектронных средств» являются:

изучение основных принципов и методов математического моделирования разнородных физических процессов, протекающих в конструкциях радиоэлектронных средств.

**3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины.**

В результате освоения дисциплины студент должен:

● знать:

Особенности конструкций радиоэлектронных средств (РЭС); особенности физических процессов, протекающих в РЭС; основные методы математического моделирования.

● уметь**:**.

Уметь поставить задачу моделирования; разрабатывать математические модели конструкций РЭС.

● **иметь навыки** (приобрести опыт): компьютерного математического моделирования с использованием современных систем автоматизированного проектирования..

В результате освоения дисциплины студент осваивает следующие компетенции:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Компетенция | Код по ФГОС/ НИУ | Дескрипторы – основные признаки освоения (показатели достижения результата) | Формы и методы обучения, способствующие формированию и развитию компетенции |
| Общекультурные | ОК-1 | Способность владеть культурой мышления, способностью к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения | Лекционные и практические занятия |
| ОК-4 | Способность находить организационно-управленчиские решения в нестандартных ситуациях и готовность нести за них отвественность | Лекционные и практические занятия |
| ОК-5 | Способность использовать нормативные правовые документы своей деятельности | Лекционные и практические занятия |
| Общепрофессиональная деятельность | ПК-1 | способностью представить адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики | Лекционные и практические занятия |
| ПК-2 | способностью выявить естественно-научную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлечь для их решения соответствующий физико-математический аппарат | Лекционные и практические занятия. |
| ПК-3 | готовностью учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности | Лекционные и практические занятия |
| ПК-4 | способностью владеть методами решения задач анализа и расчета характеристик электрических цепей | Лекционные и практические занятия. |
| Проектно-конструкторская деятельность | ПК-9 | готовностью осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования деталей, узлов и модулей электронных средств | Лекционные и практические занятия. |
| ПК-10 | готовностью выполнять расчет и проектирование деталей, узлов и модулей электронных средств в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования | Лекционные и практические занятия. |
| ПК-11 | способностью разрабатывать проектную и техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы | Лекционные и практические занятия. |
| ПК-12 | готовностью осуществлять контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам | Лекционные и практические занятия. |
| Научно-исследовательская деятельность | ПК-18 | способностью осуществлять сбор и анализ научно-технической информации, обобщать отечественный и зарубежный опыт в области конструирования и технологии электронных средств, проводить анализ патентной литературы | Лекционные и практические занятия. |
| ПК-17 | способностью моделировать объекты и процессы, используя стандартные пакеты автоматизированного проектирования и исследования | Лекционные и практические занятия. |

# **4. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Настоящая дисциплина относится к циклу дисциплин профессионального цикла и блоку дисциплин вариативной части.

Изучение данной дисциплины базируется на следующих дисциплинах:

1. Математика
2. Специальные главы математики
3. Численные методы в проектировании электронных средств
4. Электротехника и электроника
5. Основы конструирования электронных средств
6. Управление качеством электронных средств

Основные положения дисциплины должны быть использованы в дальнейшем при:

● выполнении научно-исследовательских работ;

● при выполнении выпускной квалификационной работы

# **5.** **Тематический план учебной дисциплины**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Название раздела | Всего часов | Аудиторные часы | | | | Самостоя­тельная работа |
| Лекции | Семинары | Практические занятия |  | | |
|  | Основные понятия и опре­деления | 10,0 | 2,0 | 2,0 |  | 6 | | |
|  | Системный подход в математическом моделировании | 15,0 | 3,0 | 3,0 |  | 9 | | |
|  | Принципы математического моделирования физических процессов | 17,0 | 4,0 | 4,0 |  | 9 | | |
|  | Методы математического моделирования физических процессов | 17,0 | 4,0 | 4,0 |  | 9 | | |
|  | Модели параметрической чувствительности | 17,0 | 4,0 | 4,0 |  | 9 | | |
|  | Вероятностные и экспериментально-статистические модели | 17,0 | 4,0 | 4,0 |  | 9 | | |
|  | Средства автоматизированного моделирования | 17,0 | 4,0 | 4,0 |  | 9 | | |
|  | Диагностическое моделирование | 17,0 | 4,0 | 4,0 |  | 9 | | |
|  | Методология математического моделирования в проектном менеджменте РЭС | 17,0 | 4,0 | 4,0 |  | 9 | | |
|  | Итого | 144 | 33 | 33 |  | 78 | | |

**6. Формы контроля знаний студентов**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип контроля | Форма контроля | 4 год | | Параметры |
| 3 | 4 |  |
| Текущий  (неделя) | Контрольная работа | 1 |  | Письменная работа 4000-5000 слов |
| Домашнее задание | 2 |  | Письменная работа 4000-5000 слов |
| Реферат | 1 |  | письменная работа 4000-5000 слов |
| Итоговый | экзамен | \* |  | Устный экзамен |

Для текущего контроля указана неделя модуля, на которой проводится контроль, для промежуточного и итогового − отметка, в каком модуле проводится.

**6.1. Критерии оценки знаний, навыков**

При текущем контроле используются следующие критерии:

Посещение занятий

* Активность работы на аудиторных занятиях
* Своевременность выполнения домашних заданий
* Правильность выполнения домашних заданий
* Правильность выполнения контрольных работ

Оценки по всем формам текущего контроля выставляются по десятибалльной балльной шкале.

При промежуточном контроле используются следующие критерии:

* Выполнение критериев оценки знаний на этапе текущего контроля
* Точность, развернутость и корректность выполнения курсовой работы и домашнего здания

Оценки по всем формам промежуточного контроля выставляются по десятибалльной

балльной шкале.

При итоговом контроле используются следующие критерии:

* Выполнение критериев оценки знаний на этапе промежуточного контроля
* Точность, развернутость и корректность ответов на вопросы зачета

Оценки по всем формам итогового контроля выставляются по десятибалльной шкале.

# **Порядок формирования оценок по дисциплине**

Преподаватель оценивает работу студента на практических занятиях, уровень посещаемости лекционных и практических занятий, реферат и домашнее задание, ответ студента на зачете.

Критерии оценки работы на практических занятиях: знание материала, умение сообщать материал, умение дополнять ответы, умение задавать существенные вопросы и формулировать проблему, умение готовить и презентовать доклады, посещаемость. Оценки за работу на практических занятиях преподаватель выставляет в рабочую ведомость. Накопленная оценка по 10-ти балльной шкале за работу на практических занятиях определяется перед промежуточным или итоговым контролем.

Оценка самостоятельной работы определяется степенью активности их работы на лекционных занятиях (ответы на вопросы по материалам, выходящим за рамки лекций, участие в обсуждениях и др.).Оценки за самостоятельную работу выставляет в рабочую ведомость. Накопленная оценка по 10-ти балльной шкале за работу на практических занятиях определяется перед промежуточным или итоговым контролем.

Критерии оценки ответа на зачете: наличие сданного вовремя реферата, знание пройденного материала, умение выделить существенное, умение логически и аргументировано излагать материал.

Накопленная оценка за текущий контроль учитывает результаты студента по текущему контролю следующим образом:

*Отекущий* = *0,25·Орефер. + 0,25·Орефер. + 0,20·Олекц. + 0,3·Одз* ;

Способ округления накопленной оценки текущего контроля – арифметический.

Результирующая оценка за итоговый контроль в форме зачета выставляется по следующей формуле, где *Озачет* – оценка за работу непосредственно на зачете:

*Оитог. = 0,5·Оэкзамен + 0,5·Отекущий*

Способ округления накопленной оценки промежуточного (итогового) контроля в форме зачета- арифметический.

На пересдаче студенту предоставляется возможность получить дополнительный балл для компенсации оценки за текущий контроль, если существуют уважительные причины пропуска соответствующий занятий (больничный, больничный на ребенка, форс-мажорные обстоятельства), студент демонстрирует, что отлично (хорошо) владеет материалом, умеет рефлексивно работать, логически мыслить, обсуждать проблемы.

На зачете студент может получить дополнительный вопрос (дополнительную практическую задачу, решить к пересдаче домашнее задание), ответ на который оценивается в 1 балл. Таким образом, результирующая оценка за итоговый контроль в форме зачета, получаемая на пересдаче, выставляется по формуле

*Оитогов. = 0,4·Оэкзамен + 0,5·Отекущий + 0,1 Одоп.вопрос*

**ВНИМАНИЕ**: оценка за итоговый контроль **блокирующая,** при неудовлетворительной итоговой оценке она равна результирующей.

# **Содержание дисциплины**

Раздел 1. «Основные понятия и определения»

Терминология, базовые понятия теории математического моделирования. Математический аппарат, применяемый при моделировании.

Раздел 2. «Системный подход в математическом моделировании»

Основы системного анализа. Понятия модели и математического моделирования. Философский анализ понятия математического моделирования. Условное изображение математической модели как системы. Этапы и стадии математического моделирования в жизненном цикле радиоэлектронных средств. Состав сложных РЭС как системных объектов моделирования. Признаки системного подхода.

Раздел 3. «Принципы математического моделирования

физических процессов»

Взаимосвязь математических моделей основных видов физических процессов в РЭС. Системные принципы построения моделей электрических, тепловых, аэродинамических и механических процессов. Системный подход к комплексному анализу физических процессов. Классификация расчётных моделей РЭС.

Раздел 4. «Методы математического моделирования

физических процессов»

Роль моделей в проектном менеджменте РЭС. Унификация математических моделей РЭС. Аналитическое моделирование физических процессов. Операторное и частотное моделирование. Статическое и динамическое моделирование. Структурное моделирование физических процессов. Направленные графы и блок-схемы. Топологическое моделирование физических процессов с использованием аналогий. Ненаправленные графы и эквивалентные цепи. Морфологическое моделирование физических процессов. Гиперграфы и соединения многополюсных компонентов.

Раздел 5. «Модели параметрической чувствительности»

Показатели параметрической чувствительности. Задачи менеджмента РЭС, решаемые на основе моделей параметрической чувствительности. Системный подход к построению моделей параметрической чувствительности. Аналитические, структурные, топологические и морфологические модели параметрической чувствительности.

Раздел 6. «Вероятностные и экспериментально-статистические

модели»

Введение в теорию вероятностных и экспериментально-статистических моделей. Виды теоретических распределений и их статистические модели. Моделирование случайных процессов. Системный подход в вероятностном моделировании. Квазидетерминированные модели. Модели массового обслуживания. Менеджмент в планировании экспериментов.

Раздел 7. «Средства автоматизированного моделирования»

Компьютерное математическое моделирование. Точность и достоверность компьютерного моделирования. Системы автоматизированного моделирования разнородных физических процессов (тепловые, механические, аэродинамические процессы и др.)

Раздел 8. «Диагностическое моделирование»

Диагностическая модель. Деградационные процессы. Внешние воздействующие факторы. Методы диагностического моделирования. Программные средства диагностического моделирования и диагностирования.

Раздел 9. «Методология математического моделирования в проектном менеджменте РЭС»

Последовательность задач в проектом менеджменте РЭС. Синтез, анализ и оптимизация в детерминированных и вероятностных задачах проектного менеджмента. Математическое моделирование в концептуальном проектировании РЭС. Менеджмент задач исследования разбросов параметров. Модели повышения качества и надёжности РЭС. Математическое моделирование в принятии решений.

# **Образовательные технологии**

Используются следующие образовательные технологии: разбор практических задач, компьютерные симуляции. Предусмотрены в рамках курса встречи с представителями российских и зарубежных компаний, мастер-классы экспертов и специалистов.

# **Оценочные средства для текущего контроля и аттестации студента**

## **9.1. Тематика заданий текущего контроля**

Тема для каждого студента утверждается преподавателем в индивидуальном порядке.

## **9.2. Вопросы для оценки качества освоения дисциплины**

Примерный перечень вопросов для оценки качества освоения дисциплины.

1. Понятия модели и математического моделирования.
2. Условное изображение математической модели как системы
3. Этапы и стадии математического моделирования в жизненном цикле электронных средств.
4. Состав сложных РЭС как системных объектов моделирования.
5. Взаимосвязь математических моделей основных видов физических процессов в РЭС.
6. Системные принципы построения моделей электрических, тепловых, аэродинамических и механических процессов.
7. Системный подход к комплексному анализу физических процессов. Классификация расчётных моделей РЭС.
8. Роль моделей в проектном менеджменте РЭС.
9. Унификация математических моделей РЭС.
10. Аналитическое моделирование физических процессов.
11. Операторное и частотное моделирование.
12. Статическое и динамическое моделирование.
13. Структурное моделирование физических процессов.
14. Направленные графы и блок-схемы.
15. Топологическое моделирование физических процессов с использованием аналогий.
16. Ненаправленные графы и эквивалентные цепи.
17. Морфологическое моделирование физических процессов.
18. Гиперграфы и соединения многополюсных компонентов.
19. Показатели параметрической чувствительности.
20. Системный подход к построению моделей параметрической чувствительности.
21. Аналитические, структурные, топологические и морфологические модели параметрической чувствительности.
22. Введение в теорию вероятностных и экспериментально-статистических моделей.
23. Виды теоретических распределений и их статистические модели.
24. Моделирование случайных процессов.
25. Системный подход в вероятностном моделировании.
26. Квазидетерминированные модели.
27. Модели массового обслуживания.
28. Менеджмент в планировании экспериментов.
29. Компьютерное математическое моделирование.
30. Точность и достоверность компьютерного моделирования.
31. Системы автоматизированного моделирования разнородных физических процессов (тепловые, механические, аэродинамические процессы и др.)
32. Диагностическая модель. Программные средства диагностического моделирования и диагностирования.
33. Последовательность задач в проектом менеджменте РЭС.
34. Синтез, анализ и оптимизация в детерминированных и вероятностных задачах проектного менеджмента.
35. Математическое моделирование в концептуальном проектировании РЭС.
36. Менеджмент задач исследования разбросов параметров.
37. Модели повышения качества и надёжности РЭС.
38. Математическое моделирование в принятии решений.

## **9.4. Примеры заданий промежуточного /итогового контроля**

Примеры билетов с вопросами и задачами, заданий для экзамена по дисциплине не приводятся.

**9.5. Примерные темы практических занятий**

1. Условное изображение математической модели как системы.
2. Построение моделей электрических, тепловых, аэродинамических и механических процессов
3. Унификация математических моделей РЭС.
4. Ненаправленные графы и эквивалентные цепи.
5. Модели параметрической чувствительности.
6. Моделирование случайных процессов.
7. Планирование экспериментов.
8. Модели в концептуальном проектировании РЭС.
9. Допусковые модели.

# **10. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

## **10.1. Базовый учебник**

Базовый учебник отсутствует.

## **Литература**

а) Основная литература:

1. Кофанов Ю.Н., Новиков Е.С., Шалумов А.С. Информационная технология моделирования механических процессов в конструкциях радиоэлектронных средств. // – М.: Изд-во «Радио и связь», 2000. – 160 с.
2. Исследование тепловых характеристик РЭС методами математического моделирования: Монография // В.В. Гольдин, В.Г. Журавский, Ю.Н. Кофанов и др. – М.: Изд-во «Радио и связь», 2003. – 456 с.

б) Дополнительная литература:

1. Автоматизация проектных исследований надёжности радиоэлектронной аппаратуры: Научное издание // Жаднов В.В., Кофанов Ю.Н., Малютин Н.В. и др. – М.~: Изд-во «Радио и связь», 2003. – 156 с.
2. Жаднов В.В., Сарафанов А.В. Управление качеством при проектировании теплонагруженных радиоэлектронных средств. – М.~: Изд-во «Солон-Пресс», 2004. – 464 с.
3. Стрельников, В. П. Оценка и прогнозирование надежности электронных элементов и систем. // В. П Стрельников, А. В. Федухин. – К.~: Изд-во «Логос», 2002. – 486 с.
4. Кофанов, Ю. Н. Теоретические основы конструирования, технологии и надежности радиоэлектронных средств: Учебник. – М.: Изд-во «Радио и связь, 1991. – 360 с.
5. Кофанов, Ю.Н., Жаднов В.В. Основы теории надежности и параметрической чувствительности РЭС: Учебное пособие. – М.: РИО МИЭМ, 1990. – 80 с.
6. РД В 319.01.05-*ХХ* Аппаратура электронная военного назначения. Принципы применения математического моделирования при проектировании: Методические указания // Андреев А.И., Кофанов Ю.Н., Жаднов В.В. / Науч. рук. Андреев А.И. – М.~: ЦНИИИ 22 МО РФ, 1997. - 71 л.

## **10.2. Справочники, словари, энциклопедии**

Электронные версии изданий справочников, словарей или электронные справочники студенты ищут самостоятельно

## **10.3. Программные средства**

Для успешного освоения дисциплины, студент использует следующие программные средства:

* программный комплекс АСОНИКА
* базы данных, информационно-справочные и поисковые системы.

Рекомендуется использовать Интернет-ресурсы для поиска информации, дополняющей лекционный курс, и выполнения курсовой работы

## **10.4. Дистанционная поддержка дисциплины**

Дистанционная поддержка курса производится с помощью LMS e-Front/ Доступ к дистанционным ресурсам свободный.

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

Для проведения практических занятий по дисциплине необходимы: аудитория, оснащенная видеопроектором, интерактивной доской, компьютером и аудиосистемой.

+