Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования

«Белорусско-Российский университет»

|  |
| --- |
| УТВЕРЖДАЮ |
| Первый проректор Белорусско-Российского университета |
| \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Ю.В. Машин |
| «\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_ 2020г. |
| Регистрационный № УД-\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_/р |

**Математическое моделирование физических процессов**

(название учебной дисциплины)

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

**Направление подготовки** 12.03.01 ПРИБОРОСТРОЕНИЕ

**Направленность (профиль)** Информационные системы и технологии неразрушающего контроля и диагностики

**Квалификация (степень)** бакалавр

|  |  |
| --- | --- |
|  | **Форма обучения** |
| **Очная**  |
| Курс  | **2** |
| Семестр  | 4 |
| Лекции, часы | 16 |
| Практические занятия, часы | 16 |
| Лабораторные занятия, часы | 34 |
| Курсовая работа, семестр | 4 |
| Экзамен, семестр | 4 |
| Контактная работа по учебным занятиям, часы  | 66 |
| Контролируемая самостоятельная работа, тип/семестр |  |
| Самостоятельная работа, часы | 78 |
| Всего часов / зачетных единиц | 144/4 |

Кафедра-разработчик программы: «Физические методы контроля»

Составители: А.В. Кушнер, канд. техн. наук, доцент, Е. Н. Прокопенко, ст.преподаватель

Могилев, 2020 г.

Рабочая программа составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 12.03.01 Приборостроение № 945 от 19.09.2017 г., учебным планом рег. № 120301-3 от 30 12 2019 г.

Рассмотрена и рекомендована к утверждению кафедрой «Физические методы контроля»

(название кафедры)

«10» марта 2020 г., протокол № 5.

Зав. кафедрой\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ С.С. Сергеев

(подпись)

Одобрена и рекомендована к утверждению Научно-методическим советом

Белорусско-Российского университета

«17» июня 2020 г., протокол № 7.

Зам. председателя

Научно-методического совета \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ С. А. Сухоцкий

Рецензент:

Молочков В. А., к.т.н., доцент, генеральный директор ЗАО «ТПМ»

 (И.О. Фамилия, должность, ученая степень, ученое звание рецензента)

Рабочая программа согласована:

Ведущий библиотекарь \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Начальник учебно-методического

отдела \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ В.А. Кемова

**1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА**

* 1. **Цель учебной дисциплины**

Целью преподавания данной учебной дисциплины является обучение студентов общим вопросам моделирования физических процессов и использования данных навыков при построении математических моделей при проектировании приборов.

**1.2. Планируемые результаты изучения дисциплины**

В результате освоения учебной дисциплины студент должен:

**знать**:

− методы математического моделирования физических процессов взаимодействия полей и излучений с объектами и средами;

− методы математического моделирования физических и информационных процессов;

− математические методы решения реальных задач и их возможности;

− методы формализации смысловой постановки задачи, подбора аналитических методов, составления математической модели и вычислительных алгоритмов;

− методы оптимизации моделей;

**уметь**:

− использовать методы моделирования при разработке математических моделей систем;

− обрабатывать и анализировать результаты моделирования систем;

**владеть:**

− основами построения математических моделей;

− основными принципами планирования экспериментов;

− методами статистического моделирования.

* 1. **Место дисциплины в системе подготовки студента**

Дисциплина относится к Блоку 1 "Дисциплины (модули)" (часть Блока 1, формируемая участниками образовательных отношений).

Перечень учебных дисциплин, изучаемых ранее, усвоение которых необходимо для изучения данной дисциплины:

- математика (теория вероятностей и математическая статистика);

- информатика;

- физика;

- физические основы получения информации.

Перечень учебных дисциплин (циклов дисциплин), которые будут опираться на данную дисциплину:

- электроника и основы микропроцессорной техники;

- методы анализа и обработки сигналов;

- схемотехника электронных устройств;

- программируемые цифровые устройства;

- основы проектирования приборов и систем;

- учебно-исследовательская работа студентов.

Кроме того, результаты изучения дисциплины используются в ходе практики и при подготовке выпускной квалификационной работы.

**1.4 Требования к освоению учебной дисциплины**

Освоение данной учебной дисциплины должно обеспечивать формирование следующих компетенций:

|  |  |
| --- | --- |
| Коды формируемых компетенций | Наименования формируемых компетенций |
| **ПК-3** | способность выполнять математическое моделирование процессов и систем в области приборов и методов контроля качества и диагностики |

**2 Структура и содержание дисциплины**

Вклад дисциплины в формирование результатов обучения выпускника (компетенций) и достижение обобщенных результатов обучения происходит путём освоения содержания обучения и достижения частных результатов обучения, описанных в данном разделе.

**2.1 Содержание учебной дисциплины**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Номер тем | Наименование тем | Содержание | Коды формируемых компетенций. |
| 1 | **Введение.**  | Цель и задачи курса. Литература по курсу | **ПК-3** |
| 2 | **Общие вопросы теории моделирования** | Основные определения теории подобия и моделирования. Варианты постановки задач моделирования. Классификация моделей. Два подхода к моделированию. Математические схемы описания объектов моделирования. Этапы моделирования. Уровни моделирования Требования, предъявляемые к моделям | **ПК-3** |
| 3 | **Составление моделей экспериментально-статистическим путем** | Составление моделей экспериментально-статистическим путем. Постановка задачи планирования эксперимента. Сущность пассивного и активного эксперимента. Корреляционный анализ. Регрессионный анализ. Планирование активного эксперимента. | **ПК-3** |
| 4 | **Методы оптимизации моделей** | Сущность оптимизации. Целевая функция. Условная и безусловная оптимизация. Методы оптимизации. Стадии оптимизации. Поисковая оптимизация Методы математического программирования. Задача линейного программирования | **ПК-3** |

**2.2 Учебно-методическая карта учебной дисциплины**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № недели | Лекции(наименование тем) | Часы | Практические(семинарские) занятия | Часы | Лабораторные занятия | Часы | Самостоятельная работа, часы | Форма контроля знаний | Баллы (max) |
| Модуль 1 |  |  |
| 1 | Тема 1. Введение. Общие вопросы теории моделирования | 2 |  |  | Лаб. №1 Виды моделирования и постановка задач моделирования | 2 | 0, 5 | ЗЛР | 3 |
| 2 |  |  | Пр. р. 1 Статистический метод построения моделей (метод Монте-Карло). Способы получения случайных чисел. Получение последовательностей случайных чисел с заданным законом распределения плотности вероятностей | 2 | Лаб. №2 Общие принципы математического моделирования и методы исследования моделей | 2 | 0, 5 |  |  |
| 3 | Тема 2. Общие вопросы теории моделирования | 2 |  |  | Лаб. №2 Общие принципы математического моделирования и методы исследования моделей | 2 | 0,25 | ЗЛР | 3 |
| 4 |  |  | Пр.р.2 Расчет доверительных интервалов для коэффициентов уравнений регрессии. Проверка адекватности регрессионной модели. | 2 | Лаб. №3 Построение имитационных математических моделей с использованием метода Монте-Карло | 2 | 0,25 |  |  |
| 5 | Тема 2. Общие вопросы теории моделирования | 2 |  |  | Лаб. №3 Построение имитационных математических моделей с использованием метода Монте-Карло. |  | 0,25 | ЗЛР | 3 |
| 6 |  |  | Пр.р.3 Построение плана полного факторного эксперимента. | 2 | Лаб. №4 Построение экспериментально - статистических моделей путем пассивного эксперимента. | 2 | 0,25 |  |  |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 7 | Тема 3. Составление моделей экспериментально-статистическим путем | 2 |  |  | Лаб. №4 Построение экспериментально - статистических моделей путем пассивного эксперимента. | 2 | 0, 5 |  |  |
| 8 |  |  | Пр.р.4 Расчет коэффициентов линейной факторной модели | 2 | Лаб. №4 Построение экспериментально - статистических моделей путем пассивного эксперимента. | 2 | 0, 5 | ЗЛРКРПКУ | 31830 |
| Модуль 2 |  |  |
| 9 | Тема 3. Составление моделей экспериментально-статистическим путем | 2 |  |  | Лаб. №5 Построение экспериментально - статистических моделей путем активного эксперимента. | 2 | 0, 5 |  |  |
| 10 |  |  | Пр.р.5 Определение статистических характеристик линейной факторной модели. Определение значимости и доверительных интервалов коэффициентов. | 2 | Лаб. №5 Построение экспериментально - статистических моделей путем активного эксперимента | 2 | 0, 5 |  |  |
| 11 | Тема 3. Составление моделей экспериментально-статистическим путем | 2 |  |  | Лаб. №5 Построение экспериментально - статистических моделей путем активного эксперимента | 2 | 0,25 | ЗЛР | 3 |
| 12 |  |  | Пр.р.6 Определение адекватности линейной факторной модели | 2 | Лаб. №6 Построение и оптимизация математических моделей процессов при ограничении на параметры в виде равенств. | 2 | 0,25 |  |  |
| 13 | Тема 4. Методы оптимизации моделей | 2 |  |  | Лаб. №6 Построение и оптимизация математических моделей процессов при ограничении на параметры в виде равенств. | 2 | 0,25 | ЗЛР | 3 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 14 |  |  | Пр.р.7 Построение плана дробного факторного эксперимента | 2 | Лаб. №7 Построение и оптимизация математических моделей процессов при ограничении на параметры в виде неравенств. | 2 | 0,25 |  |  |
| 15 | Тема 4. Методы оптимизации моделей | 2 |  |  | Лаб. №7 Построение и оптимизация математических моделей процессов при ограничении на параметры в виде неравенств. | 2 | 0, 5 | ЗЛР | 3 |
| 16 |  |  | Пр. р.8 Аналитический метод поиска экстремума. Метод множителей Лагранжа. Метод покоординатного спуска. Метод градиента. Метод наискорейшего спуска. Геометрическая интерпретация задачи линейного программирования. | 2 | Лаб. №8 Построение математических моделей многостадийных процессов. | 2 | 0, 5 |  |  |
| 17 |  |  |  |  | Лаб. №8 Построение математических моделей многостадийных процессов. | 2 |  | ЗЛРКРПКУ | 31830 |
| 1-16 | Выполнение курсовой работы |  |  |  |  |  | 36 |  |  |
| 17-20 |  |  |  |  |  |  | 36 | ПА(экзамен) | 40 |
|  | Итого | 16 |  | 16 |  | 34 | 78 |  | 100 |

Принятые обозначения:

*Текущий контроль* –

КР – контрольная работа;

ЗЛР – защита лабораторной работы;

ПКУ – промежуточный контроль успеваемости.

*ПА - Промежуточная аттестация.*

Итоговая оценка определяется как сумма текущего контроля и промежуточной аттестации и соответствует баллам:

Экзамен

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Оценка | Отлично | Хорошо | Удовлетворительно | Неудовлетворительно |
| Баллы | 87-100 | 65-86 | 51-64 | 0-50 |

**2.3. Требования к курсовой работе**

Целью курсового проектирования является практическое освоении общих вопросов теории моделирования, методов построения математических моделей и формирования описания объектов математических моделей для проведения вычислительных экспериментов и решения оптимизационных задач.

Примерная тематика курсовых проектов (работ) представлена в приложении и хранится на кафедре

Курсовая работа состоит из пояснительной записки (20-30 стр. текста), включающей: анализ исходных данных, построение математической модели, проверка адекватности и логической непротиворечивости модели, решение прямой задачи анализа, проведение имитационного моделирования.

Выполненная и правильно оформленная курсовая работа сдается руководителю на проверку не позднее, чем за три дня до установленного срока защиты и после проверки может быть представлена к защите. Работа должна быть подписана автором и руководителем.

Защита работы производится перед комиссией в составе 2 преподавателей кафедры.

На выполнение курсовой работы отведено 36 часов самостоятельной работы.

Разбивка этапов курсовой работы, определение количества минимальных и максимальных баллов за каждый из них производится преподавателем. Примерный перечень этапов выполнения курсовой работы и количества баллов за каждый из них представлен в таблице.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № | Этап выполнения | Минимум | Максимум |
| 1 | Анализ исходных данных | 6 | 10 |
| 2 | Построение математической модели | 9 | 15 |
| 3 | Проверка адекватности и логической непротиворечивости модели. Решение прямой задачи анализа | 9 | 15 |
| 4 | Проведение имитационного моделирования | 9 | 15 |
| 5 | Оформление пояснительной записки | 3 | 5 |
|  | **Итого за выполнение курсовой работы** | **36** | **60** |
|  | **Защита курсовой работы** | **15** | **40** |

Итоговая оценка представляет собой сумму баллов за выполнение и защиту курсовой работы и выставляется в соответствии с приведенной шкалой:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Оценка | Отлично | Хорошо | Удовлетворительно | Неудовлетворительно |
| Баллы | 87-100 | 65-87 | 51-64 | 0-50 |

**3 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

При изучении дисциплины используется модульно-рейтинговая система оценки знаний студентов. Применение форм и методов проведения занятий при изучении различных тем курса представлено в таблице.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№ п/п** | **Форма проведения занятия\*** | **Вид аудиторных занятий\*\*** | **Всего часов** |
| **Лекции** | **Практические занятия** | **Лабораторные занятия** |
| 1 | Традиционные | Темы 1-4 |  |  | 16 |
| 2 | Мультимедиа |  |  |  |  |
| 3 | Проблемные / проблемно-ориентированные |  |  |  |  |
| 4 | Дискуссии, беседы |  |  |  |  |
| 5 | Деловые игры |  |  |  |  |
| 6 | Виртуальные |  |  |  |  |
| 7 | С использованием ЭВМ |  | Зан.1-8 | Зан. 1-7 | 50 |
| 8 | Расчетные |  |  |  |  |
|  | **ИТОГО** | 16 | 16 | 34 | 66 |

**4 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА**

Используемые оценочные средства по учебной дисциплине представлены в таблице и хранятся на кафедре.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№ п/п** | **Вид оценочных средств\*** | **Наличие** **(+ / -)** | **Количество комплектов** |
| 1 | Вопросы к экзамену | + | 1 |
| 2 | Экзаменационные билеты | + | 1 |
| 3 | Контрольные задания для проведения рейтинг-контроля, промежуточной и итоговой аттестации | + | 4 |
| 4 | Перечень тем курсовых работ  | + | 1 |
| 5 | Вопросы к контрольным, практическим занятиям, лабораторным работам | + | 9 |

**5 МЕТОДИКА И КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ КОМПЕТЕНЦИЙ СТУДЕНТОВ**

**5.1 Уровни сформированности компетенций**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Уровни сформированности компетенции | Содержательное описание уровня | Результаты обучения |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| *Компетенция ПК-3* **-** способность выполнять математическое моделирование процессов и систем в области приборов и методов контроля качества и диагностики |
| *Код и наименование индикатора достижения компетенции*ПК-3.1. Выполняет математическое моделирование процессов и систем в области приборов и методов контроля качества и диагностики |
| 1 | Пороговый уровень  | Знает и понимает естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности | Оформление отчета по лабораторной работе и отчета по обзору известных методик и технических средств, методов и способов математического моделирования технических систем.Выполнение обзорной курсовой работы |
| 2 | Продвинутый уровень  | Умеет выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат | Оформление отчета по лабораторной работе и практическому занятию с использованием ПОВыполнение отдельных разделов курсовой работы с элементами разработок |
| 3 | Высокий уровень  | Оценивать естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат. | Оформление отчета по обзору и анализу известных методик и технических средств, методов и способов математического моделирования технических систем.Создание и расчет математической модели технической системы в области неразрушающего контроля и диагностики |

**5.2 Методика оценки знаний, умений и навыков студентов**

|  |  |
| --- | --- |
| Результаты обучения | Оценочные средства |
| 1 | 2 |
| *Компетенция ПК-3* **-** способность выполнять математическое моделирование процессов и систем в области приборов и методов контроля качества и диагностики |
| Оформление отчета по лабораторной работе и отчета по обзору известных методик и технических средств, методов и способов математического моделирования технических систем.Выполнение обзорной курсовой работы | Вопросы к контрольным, лабораторным, практическим занятиям и к экзамену.Защита курсовой работы.Контрольные работы. |

|  |  |
| --- | --- |
| 1 | 2 |
| Оформление отчета по лабораторной работе и практическому занятию с использованием ПОВыполнение отдельных разделов курсовой работы с элементами разработок | Вопросы к контрольным, лабораторным, практическим занятиям и к экзамену.Защита курсовой работы.Контрольные работы. |
| Оформление отчета по обзору и анализу известных методик и технических средств, методов и способов математического моделирования технических систем.Создание и расчет математической модели технической системы в области неразрушающего контроля и диагностики | Вопросы к контрольным, лабораторным, практическим занятиям и к экзамену.Защита курсовой работы.Контрольные работы. |

**5.3 Критерии оценки контрольных работ.**

Контрольные работы выполняются по всем дидактическим единицам. Каждая работа включает три теоретических вопроса и оценивается положительной оценкой в диапазоне от 12 до 18 баллов. Каждый теоретический вопрос оценивается до 6 баллов.

**5.4 Критерии оценки лабораторных работ.**

Каждая выполненная и защищенная лабораторная работа оцениваются в диапазоне от 2 до 3 баллов. При этом 2 балла начисляется за выполнение работы и 1 балл за оформление отчета и защиту работы в зависимости от качества оформления и уровня знаний студента по тематике работы. Если по окончанию модуля лабораторная работа выполнена, но не защищена, то баллы по ней не начисляются и она попадает в разряд задолженности.

**5.5 Критерии оценки курсовой работы.**

Курсовая работа включает четыре раздела. Каждый раздел оценивается различным количеством баллов в зависимости от трудоемкости.

При этом:

- максимальное количество баллов по разделу начисляется в том случае, если студент выполнил раздел в полном объеме и в соответствии с методическими указаниями (МУ), проявил элементы творчества, использовал достаточное количество литературных и нормативных источников, аккуратно и правильно оформил графическую часть и пояснительную записку, вовремя представил материалы раздела руководителю;

- минимальное положительное количество баллов по разделу начисляется в том случае, если студент выполнил раздел в соответствии с МУ, не проявил творчества, использовал явно недостаточное количество источников, допустил ошибки в расчетах или графических материалах, но устранил их, представил материалы раздела с отставанием от графика;

- промежуточные значения положительных баллов начисляются в зависимости от уровня творчества студента, наполнения раздела, качества оформления расчетной и графической частей раздела, сроков представления материалов.

 При защите работы количество положительных баллов лежит в диапазоне от 15 до 40. При оценке работы учитывается:

1. Полнота решения всех задач работы и качество содержания работы;
2. Самостоятельность решения поставленных задач;
3. Наличие элементов творчества студента;
4. Наличие теоретических исследований;
5. Оформление графической части;
6. Оформление пояснительной записки;
7. Четкость и грамотность сообщения;
8. Качество и глубина ответов на вопросы.

Каждый из приведенных пунктов оценивается максимальным количеством в 5 баллов.

**5.6 Критерии оценки экзамена.**

Билет включает 4 теоретических вопроса из каждой дидактической единицы. Каждый вопрос оценивается положительной оценкой в диапазоне от 4 до 10 баллов. Ответы на вопросы оцениваются по следующим критериям.

* **10 баллов** – студент глубоко понимает пройденный материал, отвечает четко и всесторонне, умеет оценивать факты, использует научную и техническую терминологию, самостоятельно рассуждает, отличается способностью обосновать выводы и разъяснять их в логической последовательности, дает развернутый ответ на поставленный вопрос и четко отвечает на дополнительные вопросы;
* **9 баллов** – студент глубоко понимает пройденный материал, отвечает четко и всесторонне, умеет оценивать факты, самостоятельно рассуждает, отличается способностью обосновать выводы и разъяснять их в логической последовательности, но допускает отдельные неточности, в том числе и на дополнительные вопросы;
* **8 баллов** – студент хорошо понимает пройденный материал, отвечает правильно, умеет оценивать факты, самостоятельно рассуждает, обосновывает выводы и разъясняет их, но допускает ошибки общего характера;
* **7 баллов** – студент понимает пройденный материал, но не может теоретически обосновать некоторые выводы, допускает ошибки общего характера, не может ответить на некоторые дополнительные вопросы;
* **6 балла** – студент отвечает в основном правильно на поставленный вопрос, но чувствуется механическое заучивание материала, отсутствует логическая последовательность при изложении ответа, не может ответить на некоторые дополнительные вопросы;
* **5 балла** – в ответе студента имеются недостатки, в рассуждениях допускаются ошибки, не может ответить на большую часть дополнительных вопросов, но в целом формулирует ответ на вопрос;
* **4 балла –** в ответе студента имеются существенные недостатки, материал охвачен «половинчато», не может ответить на дополнительные вопросы;

**Ниже 4 баллов** – студент имеет общее представление о вопросе, ответ студента правилен лишь частично, при разъяснении материала допускаются серьезные ошибки, отсутствует техническая терминология, не может исправить ошибки с помощью наводящих вопросов.

**6 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ И ВЫПОЛНЕНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

Самостоятельная работа студентов (СРС) направлена на закрепление и углубление освоения учебного материала, развитие практических умений. СРС включает следующие виды самостоятельной работы студентов:

* конспектирования лекций преподавателя;
* посещения консультаций преподавателя;
* самостоятельного изучения материала по учебникам и другим источникам;
* тестирования по предмету и выполнения контрольных работ;
* закрепления изученного материала на групповых занятиях;
* выполнения курсовой работы;
* подготовки к сдаче экзамена

Подготовка к тестированию и написанию контрольной работы по соответствующему модулю дисциплины подразумевает изучение лекционного материала и выполнение практических работ, относящихся к соответствующему модулю.

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов осуществляется в пределах времени, отведенного на обязательные учебныезанятия по дисциплине и внеаудиторную самостоятельную работу студентов по дисциплине, проходит в письменной форме.

 Критериями оценки результатов внеаудиторной самостоятельной работы студента являются:

* уровень освоения учебного материала;
* полнота общеучебных представлений, знаний и умений по изучаемой теме;
* обоснованность и четкость изложения ответа.

Перечень контрольных вопросов и заданий для самостоятельной работы студентов хранится на кафедре.

**7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

**7.1 Основная литература:**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Библиографическое описание | Гриф | Количество экземпляров |
| 1 | **Тарасик, В. П.** Математическое моделирование технических систем : учебник . - 1. / В. П. Тарасик.– Москва : ИНФРА-М, 2019. - 592 с. | Допущено УМО вузов РФ по образованию в области транспортных машин и транспортно-технологических комплексов в качестве учебника для студентов вузов, обучающихся по специальности 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства». Утверждено Министерством образования Республики Беларусь в качестве учебника для студентов учреждений высшего образования по техническим специальностям | ЭБС Znanium.com (точка доступа: http://znanium.com/go.php?id=773106 |

**7.2 Дополнительная литература:**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Библиографическое описание | Гриф | Количество экземпляров |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | **Самарский А. А.,** Математическое моделирование. Идеи. Методы. Примеры. / А. А. Самарский, А. П. Михайлов. - 2-е изд., испр. - М. : Физматлит, 2005. - 320с. | − | 2 экз. |
| 2 | **Кирьянов Д. В.,** Самоучитель Mathcad 13 / Д. В. Кирьянов. - СПб. : БХВ-Петербург, 2006. - 528с. | − | 1 экз. |
| 3 | **Очков, В. Ф.,** Mathcad 14 для студентов и инженеров: русская версия / В. Ф. Очков. - СПб. : БХВ-Петербург, 2009. - 512с. | − | 1 экз |
| 4 | **Есипов, Б. А.,** Методы исследования операций : учеб. пособие / Б. А. Есипов. - 2-е изд., испр. и доп. - СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2013. - 304с. : ил. | Доп. УМО по классич. унив. образованию в качестве учеб. пособия для студ. вузов | 1 экз. |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 5 | **Карманов, Ф. И.,** Статистические методы обработки экспериментальных данных. Лабораторный практикум с использованием пакета MathCad : учеб. пособие / Ф. И. Карманов, В. А. Острейковский. - М. : Высш. шк. : Абрис, 2012. - 208с. : ил. | Рек. УМО вузов по университетскому политехническому образованию в качестве учеб. пособия для студентов вузов | 5 экз. |
| 6 | **Шушкевич, Г. Ч.** Компьютерные технологии в математике. Система Mathcad 14 : учеб. пособие: в 2 ч. Ч. 2 / Г. Ч. Шушкевич, С. В. Шушкевич. - Мн. : Изд-во Гревцова, 2012. - 256с. : ил. | Доп. МО РБ в качестве учеб. пособия для студентов вузов | 10 экз. |

**7.3 Перечень ресурсов сети Интернет по изучаемой дисциплине**

[www.dic.academic.ru](http://www.dic.academic.ru), [www.BiblioFond.ru](http://www.BiblioFond.ru), [www.window.edu.ru](http://www.window.edu.ru)**.**

**7.4 Перечень наглядных и других пособий, методических рекомендаций по проведению учебных занятий, а также методических материалов к используемым в образовательном процессе техническим средствам**

**7.4.1 Методические рекомендации**

1 Математическое моделирование физических процессов. Методические рекомендации к курсовому проектированию для студентов направления подготовки 12.03.01 «Приборостроение»/ сост. А. В Кушнер., Е. Н. Прокопенко. – Могилев : Белорусско-Российский университет. – 20 с (электронный вариант).

2 Математическое моделирование физических процессов. Методические рекомендации к лабораторным работам для студентов направления подготовки 12.03.01 «Приборостроение»/ сост. А. В Кушнер., Е. Н. Прокопенко. – Могилев : Белорусско-Российский университет. – 44 с (электронный вариант).

3 Математическое моделирование физических процессов. Методические рекомендации к практическим занятиям для студентов направления подготовки 12.03.01 «Приборостроение»/ сост. А. В Кушнер., Е. Н. Прокопенко. – Могилев : Белорусско-Российский университет. – 28 с (электронный вариант)

**7.4.2 Перечень программного обеспечения, используемого в учебном процессе (по видам занятий)**

При проведении лабораторных, практических занятий курсовом проектировании используются следующие программные продукты:

**MathCAD –** программный пакет для математического моделирования (лицензионная).

**8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Материально-техническое обеспечение дисциплины содержится в паспорте лаборатории «Математическое моделирование физических процессов» (ауд. 506, корп.2),
рег. № ПУЛ−4.508−506/2−19.

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

по учебной дисциплине «Математическое моделирование физических процессов»

направления подготовки 12.03.01 «Приборостроение»

на 2021-2022 учебный год

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| №№пп | Дополнения и изменения | Основание |
| 1 | **Пункт 7.4 «Перечень наглядных и других пособий, методических рекомендаций по проведению учебных занятий, а также методических материалов к используемым в образовательном процессе техническим средствам» считать в следующей редакции****7.4.1 Методические рекомендации**1 Математическое моделирование физических процессов. Методические рекомендации к курсовому проектированию для студентов направления подготовки 12.03.01 «Приборостроение» очной формы обучения/ сост. А. В. Кушнер, Е. Н. Прокопенко. – Могилев: Белорусско-Российский университет, 2021. – 20 с., 20 экз.2 Математическое моделирование физических процессов. Методические рекомендации к лабораторным работам для студентов направления подготовки 12.03.01 «Приборостроение» очной формы обучения/ сост. А. В. Кушнер, Е. Н. Прокопенко. – Могилев: Белорусско-Российский университет, 2021. – 38 с., 20 экз.3 Математическое моделирование физических процессов. Методические рекомендации к практическим занятиям для студентов направления подготовки 12.03.01 «Приборостроение» очной формы обучения/ сост. А. В. Кушнер, Е. Н. Прокопенко. – Могилев: Белорусско-Российский университет, 2021. – 27 с., 20 экз.**7.4.2 Перечень программного обеспечения, используемого в учебном процессе (по видам занятий)**При проведении лабораторных, практических занятий курсовом проектировании используются следующие программные продукты:**MathCAD –** программный пакет для математического моделирования (лицензионная). | Издание методических рекомендаций |

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры «Физические методы контроля» (протокол № 7 от 26 марта 2021 г.)

Заведующий кафедрой:

Доцент, к.т.н. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ С. С. Сергеев

УТВЕРЖДАЮ

Декан электротехнического факультета

Доцент, к.т.н. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ С. В. Болотов

\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2021 г.

СОГЛАСОВАНО:

Ведущий библиотекарь \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Начальник учебно-методического

отдела \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ В. А. Кемова

 \_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2021 г.