

**МИНИСТЕРСТВО ЦИФРОВОГО РАЗВИТИЯ,
СВЯЗИ И МАССОВЫХ КОММУНИКАЦИЙ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**
**«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ ИМ. ПРОФ. М.А. БОНЧ-БРУЕВИЧА»
(СПбГУТ)**

Кафедра _____ Программной инженерии и вычислительной техники
(полное наименование кафедры)



Регистрационный №_23.05/680-Д

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Математические методы и алгоритмы функционирования
киберфизических систем

(наименование дисциплины)

образовательная программа высшего образования

09.03.04 Программная инженерия

(код и наименование направления подготовки / специальности)

бакалавр

(квалификация)

Разработка программного обеспечения и приложений
искусственного интеллекта в киберфизических системах

(направленность / профиль образовательной программы)

очная форма, заочная форма

(форма обучения)

Санкт-Петербург

Рабочая программа дисциплины составлена на основе требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению (специальности) подготовки «09.03.04 Программная инженерия», утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 19.09.2017 № 920, и в соответствии с рабочим учебным планом, утвержденным ректором университета.

1. Цели и задачи дисциплины

Целью преподавания дисциплины «Математические методы и алгоритмы функционирования киберфизических систем» является:

изучение студентами порядка разработки и исследования математических моделей киберфизических систем и алгоритмов управления их функционированием.

Эта цель достигается путем решения следующих(ей) задач(и):

- формирование у студентов навыков системного мышления, системно-кибернетической трактовки закономерностей функционирования киберфизических систем; - изучение студентами основных методов моделирования сложных систем, порядка разработки и исследования аналитических и имитационных моделей основных элементов киберфизических систем; - изучение студентами основных положений теории принятия решений применительно к управлению функционированием киберфизических систем.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Математические методы и алгоритмы функционирования киберфизических систем» Б1.В.25 является дисциплиной части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1 учебного плана подготовки бакалавриата по направлению «09.03.04 Программная инженерия». Изучение дисциплины «Математические методы и алгоритмы функционирования киберфизических систем» опирается на знания дисциплин(ы) «Алгоритмические основы программной инженерии»; «Математическое и программное обеспечение киберфизических систем»; «Объектно-ориентированное программирование»; «Программирование».

3. Перечень планируемых результатов обучения, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Таблица 1

| № п/п | Код компетенции | Наименование компетенции |
|-------|-----------------|--|
| 1 | ПК-6 | Владение навыками моделирования, анализа и использования формальных методов конструирования программного обеспечения |

Индикаторы достижения компетенций

Таблица 2

| | |
|--------|---|
| ПК-6.1 | Знает основы моделирования и формальные методы конструирования программного обеспечения |
| ПК-6.2 | Умеет использовать формальные методы конструирования программного обеспечения |
| ПК-6.3 | Владеет методами формализации и моделирования программного обеспечения |

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Очная форма обучения

Таблица 3

| Вид учебной работы | | Всего часов | Семестры | |
|--|-------|-------------|----------|-------|
| | | | 7 | 8 |
| Общая трудоемкость | 5 ЗЕТ | 180 | 108 | 72 |
| Контактная работа с обучающимися | | 86.6 | 52.35 | 34.25 |
| в том числе: | | | | |
| Лекции | | 34 | 20 | 14 |
| Практические занятия (ПЗ) | | 28 | 16 | 12 |
| Лабораторные работы (ЛР) | | 22 | 14 | 8 |
| Защита контрольной работы | | | - | - |
| Защита курсовой работы | | | - | - |
| Защита курсового проекта | | | - | - |
| Промежуточная аттестация | | 2.6 | 2.35 | 0.25 |
| Самостоятельная работа обучающихся (СРС) | | 59.75 | 22 | 37.75 |
| в том числе: | | | | |
| Курсовая работа | | | - | - |
| Курсовой проект | | | - | - |
| И / или другие виды самостоятельной работы: подготовка к лабораторным работам, практическим занятиям, контрольным работам, изучение теоретического материала | | 51.75 | 22 | 29.75 |
| Подготовка к промежуточной аттестации | | 41.65 | 33.65 | 8 |
| Вид промежуточной аттестации | | | Экзамен | Зачет |

Заочная форма обучения

Таблица 4

| Вид учебной работы | | Всего часов | Семестры | | |
|--|-------|-------------|----------|-------|---------|
| | | | ус9 | 9 | 10 |
| Общая трудоемкость | 5 ЗЕТ | 180 | 10 | 86 | 84 |
| Контактная работа с обучающимися | | 17.2 | 10 | 4.55 | 2.65 |
| в том числе: | | | | | |
| Лекции | | 6 | 6 | - | - |
| Практические занятия (ПЗ) | | 4 | - | 4 | - |
| Лабораторные работы (ЛР) | | 4 | 4 | - | - |
| Защита контрольной работы | | 0.6 | - | 0.3 | 0.3 |
| Защита курсовой работы | | | - | - | - |
| Защита курсового проекта | | | - | - | - |
| Промежуточная аттестация | | 2.6 | - | 0.25 | 2.35 |
| Самостоятельная работа обучающихся (СРС) | | 149.8 | - | 77.45 | 72.35 |
| в том числе: | | | | | |
| Курсовая работа | | | - | - | - |
| Курсовой проект | | | - | - | - |
| И / или другие виды самостоятельной работы: подготовка к лабораторным работам, практическим занятиям, контрольным работам, изучение теоретического материала | | 149.8 | - | 77.45 | 72.35 |
| Подготовка к промежуточной аттестации | | 13 | - | 4 | 9 |
| Вид промежуточной аттестации | | | - | Зачет | Экзамен |

5. Содержание дисциплины

5.1. Содержание разделов дисциплины.

Таблица 5

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Содержание раздела | № семестра | | |
|-------|--|--|------------|--------------|---------|
| | | | очная | очно-заочная | заочная |
| 1 | Раздел 1. Теоретические основы моделирования киберфизических систем | Обоснование актуальности изучения данной дисциплины. Порядок изучения дисциплины. Общие сведения о киберфизических системах. Общие сведения о моделировании сложных систем. | 7 | | 9 |
| 2 | Раздел 2. Моделирование физических объектов | Физический объект как элемент киберфизической системы. Аналитические и имитационные модели физических объектов. Основы разработки аналитических и имитационных моделей физических объектов. | 7 | | 9 |
| 3 | Раздел 3. Моделирование сетей передачи данных | Аналитические и имитационные модели сетей передачи данных. Основы разработки аналитических и имитационных моделей сетей передачи данных. Применение теории массового обслуживания для моделирования сетей передачи данных. Основы работы с Graphical Network Simulation 3. | 7 | | 9 |
| 4 | Раздел 4. Цифровые двойники | Цифровые двойники как часть концепции Индустрия 4.0. Понятие цифрового двойника, его состав и назначение. Порядок создания цифровых двойников. | 7 | | 9 |
| 5 | Раздел 5. Алгоритмы обработки результатов моделирования | Порядок обработки результатов моделирования. Оценка плотности вероятности при моделировании стохастических систем. Получение аналитических зависимостей по результатам моделирования. Кластерный анализ результатов моделирования. | 7 | | 9 |
| 6 | Раздел 6. Планирование и проведение экспериментов с моделями киберфизических систем. | Виды экспериментов. Порядок планирования экспериментов с моделями киберфизических систем. | 7 | | 9 |
| 7 | Раздел 7. Квалиметрия моделей и полимодельных комплексов киберфизических систем | Понятие квалиметрии моделей и полимодельных комплексов киберфизических систем. Показатели качества моделей и полимодельных комплексов. Порядок оценивания качества моделей и полимодельных комплексов киберфизических систем. | 7 | | 9 |

| | | | | | |
|----|--|--|---|--|---|
| 8 | Раздел 8. Алгоритмы управления функционированием киберфизических систем | Виды управления функционированием киберфизических систем: реактивное, проактивное, ситуационное. Алгоритмы принятия решений по управлению функционированием киберфизических систем. Прогнозирование показателей эффективности функционирования киберфизических систем на основе моделирования. Оптимизация процесса управления киберфизическими системами. | 7 | | 9 |
| 9 | Раздел 9. Оценивание рисков при управлении функционированием киберфизических систем | Понятие риска. Алгоритмы риск-ориентированного управления созданием и функционированием киберфизических систем. | 8 | | 9 |
| 10 | Раздел 10. Заключительная лекция | Заключительная лекция | 8 | | 9 |

5.2. Междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами.

«Математические методы и алгоритмы функционирования киберфизических систем» является дисциплиной, завершающей теоретическое обучение по программе 09.03.04 Программная инженерия

5.3. Разделы дисциплин и виды занятий.

Очная форма обучения

Таблица 6

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Лек-ции | Практ. занятия | Лаб. занятия | Семи-нары | СРС | Всего часов |
|-------|---|---------|----------------|--------------|-----------|-----|-------------|
| 1 | Раздел 1. Теоретические основы моделирования киберфизических систем | 4 | | | | 2 | 6 |
| 2 | Раздел 2. Моделирование физических объектов | 4 | 4 | 4 | | 2 | 14 |
| 3 | Раздел 3. Моделирование сетей передачи данных | 4 | 4 | 6 | | 4 | 18 |
| 4 | Раздел 4. Цифровые двойники | 2 | 2 | | | 2 | 6 |
| 5 | Раздел 5. Алгоритмы обработки результатов моделирования | 4 | 4 | 4 | | 2 | 14 |
| 6 | Раздел 6. Планирование и проведение экспериментов с моделями киберфизических систем. | 2 | 2 | | | 2 | 6 |
| 7 | Раздел 7. Квалиметрия моделей и полимодельных комплексов киберфизических систем | 4 | 4 | | | 6 | 14 |
| 8 | Раздел 8. Алгоритмы управления функционированием киберфизических систем | 6 | 4 | 4 | | 2 | 16 |

| | | | | | | | |
|--------|--|----|----|----|---|-------|--------|
| 9 | Раздел 9. Оценивание рисков при управлении функционированием киберфизических систем | 2 | 4 | 4 | | 19.75 | 29.75 |
| 10 | Раздел 10. Заключительная лекция | 2 | | | | 10 | 12 |
| Итого: | | 34 | 28 | 22 | - | 51.75 | 135.75 |

Заочная форма обучения

Таблица 7

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Лек-ции | Практ. занятия | Лаб. занятия | Семи-нары | СРС | Всего часов |
|--------|---|---------|----------------|--------------|-----------|-------|-------------|
| 1 | Раздел 1. Теоретические основы моделирования киберфизических систем | 0.8 | | | | 7.45 | 8.25 |
| 2 | Раздел 2. Моделирование физических объектов | 0.7 | 1 | | | 10 | 11.7 |
| 3 | Раздел 3. Моделирование сетей передачи данных | 0.7 | | 2 | | 10 | 12.7 |
| 4 | Раздел 4. Цифровые двойники | 0.4 | 1 | | | 10 | 11.4 |
| 5 | Раздел 5. Алгоритмы обработки результатов моделирования | 0.8 | | 2 | | 10 | 12.8 |
| 6 | Раздел 6. Планирование и проведение экспериментов с моделями киберфизических систем. | 0.4 | 1 | | | 10 | 11.4 |
| 7 | Раздел 7. Квалиметрия моделей и полимодельных комплексов киберфизических систем | 0.7 | | | | 10 | 10.7 |
| 8 | Раздел 8. Алгоритмы управления функционированием киберфизических систем | 0.9 | 1 | | | 10 | 11.9 |
| 9 | Раздел 9. Оценивание рисков при управлении функционированием киберфизических систем | 0.3 | | | | 40 | 40.3 |
| 10 | Раздел 10. Заключительная лекция | 0.3 | | | | 32.35 | 32.65 |
| Итого: | | 6 | 4 | 4 | - | 149.8 | 163.8 |

6. Лекции

Очная форма обучения

Таблица 8

| № п/п | Номер раздела | Тема лекции | Всего часов |
|-------|---------------|--|-------------|
| 1 | 1 | Вводная лекция | 2 |
| 2 | 1 | Общие сведения о моделировании киберфизических систем | 2 |
| 3 | 2 | Алгоритмы разработки аналитических моделей физических объектов как элементов киберфизических систем. | 2 |

| | | | |
|--------|----|---|----|
| 4 | 2 | Алгоритмы разработки имитационных моделей физических объектов как элементов киберфизических систем. | 2 |
| 5 | 3 | Аналитические и имитационные модели сетей передачи данных. Применение теории массового обслуживания для моделирования сетей передачи данных | 2 |
| 6 | 3 | Основы работы с Graphical Network Simulation 3 | 2 |
| 7 | 4 | Понятие цифрового двойника, его состав, назначение и порядок создания | 2 |
| 8 | 5 | Алгоритмы оценивания плотности вероятности при моделировании стохастических систем. | 2 |
| 9 | 5 | Дисперсионный, регрессионный и кластерный анализ результатов моделирования киберфизических систем | 2 |
| 10 | 6 | Планирование и проведение экспериментов с моделями киберфизических систем. | 2 |
| 11 | 7 | Понятие квалиметрии моделей и полимодельных комплексов киберфизических систем | 2 |
| 12 | 7 | Алгоритмы оценивания качества моделей и полимодельных комплексов киберфизических систем | 2 |
| 13 | 8 | Виды управления функционированием киберфизических систем: реактивное, проактивное, ситуационное | 2 |
| 14 | 8 | Алгоритмы принятия решений по управлению функционированием киберфизических систем | 2 |
| 15 | 8 | Оптимизация процесса управления киберфизическими системами | 2 |
| 16 | 9 | Алгоритмы оценивания рисков при управлении созданием и функционированием киберфизических систем | 2 |
| 17 | 10 | Заключительная лекция | 2 |
| Итого: | | | 34 |

Заочная форма обучения

Таблица 9

| № п/п | Номер раздела | Тема лекции | Всего часов |
|-------|---------------|---|-------------|
| 1 | 1 | Вводная лекция | 0.4 |
| 2 | 1 | Общие сведения о моделировании киберфизических систем | 0.4 |
| 3 | 2 | Алгоритмы разработки аналитических моделей физических объектов как элементов киберфизических систем. | 0.4 |
| 4 | 2 | Алгоритмы разработки имитационных моделей физических объектов как элементов киберфизических систем. | 0.3 |
| 5 | 3 | Аналитические и имитационные модели сетей передачи данных. Применение теории массового обслуживания для моделирования сетей передачи данных | 0.3 |
| 6 | 3 | Основы работы с Graphical Network Simulation 3 | 0.4 |
| 7 | 4 | Понятие цифрового двойника, его состав, назначение и порядок создания | 0.4 |
| 8 | 5 | Алгоритмы оценивания плотности вероятности при моделировании стохастических систем. | 0.4 |
| 9 | 5 | Дисперсионный, регрессионный и кластерный анализ результатов моделирования киберфизических систем | 0.4 |
| 10 | 6 | Планирование и проведение экспериментов с моделями киберфизических систем. | 0.4 |
| 11 | 7 | Понятие квалиметрии моделей и полимодельных комплексов киберфизических систем | 0.4 |

| | | | |
|--------|----|---|-----|
| 12 | 7 | Алгоритмы оценивания качества моделей и полимодельных комплексов киберфизических систем | 0.3 |
| 13 | 8 | Виды управления функционированием киберфизических систем: реактивное, проактивное, ситуационное | 0.3 |
| 14 | 8 | Алгоритмы принятия решений по управлению функционированием киберфизических систем. | 0.3 |
| 15 | 8 | Оптимизация процесса управления киберфизическими системами | 0.3 |
| 16 | 9 | Алгоритмы оценивания рисков при управлении созданием и функционированием киберфизических систем | 0.3 |
| 17 | 10 | Заключительная лекция | 0.3 |
| Итого: | | | 6 |

7. Лабораторный практикум

Очная форма обучения

Таблица 10

| № п/п | Номер раздела | Наименование лабораторной работы | Всего часов |
|--------|---------------|---|-------------|
| 1 | 2 | Разработка и исследование имитационной модели телекоммуникационного оборудования | 4 |
| 2 | 3 | Разработка и исследование имитационной модели сети передачи данных между телекоммуникационным оборудованием и его цифровым двойником | 4 |
| 3 | 3 | Знакомство с Graphical Network Simulation 3 | 2 |
| 4 | 5 | Получение и исследование аналитической модели элемента киберфизической системы путем регрессионного анализа результатов моделирования | 4 |
| 5 | 8 | Обоснование оптимального решения по управлению функционированием киберфизической системой | 4 |
| 6 | 9 | Оценивание показателей риска при создании элемента киберфизической системы | 4 |
| Итого: | | | 22 |

Заочная форма обучения

Таблица 11

| № п/п | Номер раздела | Наименование лабораторной работы | Всего часов |
|--------|---------------|---|-------------|
| 1 | 3 | Разработка и исследование имитационной модели сети передачи данных между телекоммуникационным оборудованием и его цифровым двойником | 2 |
| 2 | 5 | Получение и исследование аналитической модели элемента киберфизической системы путем регрессионного анализа результатов моделирования | 2 |
| Итого: | | | 4 |

8. Практические занятия (семинары)

Очная форма обучения

Таблица 12

| № п/п | Номер раздела | Тема занятия | Всего часов |
|-------|---------------|--------------|-------------|
|-------|---------------|--------------|-------------|

| | | | |
|--------|---|---|----|
| 1 | 2 | Разработка и исследование аналитической модели телекоммуникационного оборудования | 4 |
| 2 | 3 | Разработка и исследование аналитической модели сети передачи данных между телекоммуникационным оборудованием и его цифровым двойником | 4 |
| 3 | 4 | Знакомство с современными средствами создания цифровых двойников | 2 |
| 4 | 5 | Оценивание вероятности достижения целей функционирования киберфизической системы с помощью ее имитационной модели | 4 |
| 5 | 6 | Планирование вычислительного эксперимента с имитационной моделью элемента киберфизической системы | 2 |
| 6 | 7 | Оценивание адекватности имитационной модели элемента киберфизической системы | 4 |
| 7 | 8 | Разработка прогнозных моделей поведения основных элементов киберфизической системы | 4 |
| 8 | 9 | Анализ существующей нормативно-технической базы по вопросам оценивания риска при управлении сложными системами | 4 |
| Итого: | | | 28 |

Заочная форма обучения

Таблица 13

| № п/п | Номер раздела | Тема занятия | Всего часов |
|--------|---------------|---|-------------|
| 1 | 2 | Разработка и исследование аналитической модели телекоммуникационного оборудования | 1 |
| 2 | 4 | Знакомство с современными средствами создания цифровых двойников | 1 |
| 3 | 6 | Планирование вычислительного эксперимента с имитационной моделью элемента киберфизической системы | 1 |
| 4 | 8 | Разработка прогнозных моделей поведения основных элементов киберфизической системы | 1 |
| Итого: | | | 4 |

9. Примерная тематика курсовых проектов (работ)

Рабочим учебным планом не предусмотрено

10. Самостоятельная работа

Очная форма обучения

Таблица 14

| № п/п | Номер раздела | Содержание самостоятельной работы | Форма контроля | Всего часов |
|-------|---------------|---|---------------------------|-------------|
| 1 | 1 | Изучение теоретического материала. Подготовка к практическим и лабораторным занятиям. | Опрос | 2 |
| 2 | 2 | Изучение теоретического материала. Подготовка к практическим и лабораторным занятиям. | Защита лабораторных работ | 2 |
| 3 | 3 | Изучение теоретического материала. Подготовка к практическим и лабораторным занятиям. | Защита лабораторных работ | 4 |

| | | | | |
|--------|----|--|---------------------------|-------|
| 4 | 4 | Изучение теоретического материала. Подготовка к практическим и лабораторным занятиям. | Опрос | 2 |
| 5 | 5 | Изучение теоретического материала. Подготовка к практическим и лабораторным занятиям. | Защита лабораторных работ | 2 |
| 6 | 6 | Изучение теоретического материала. Подготовка к практическим и лабораторным занятиям. | Опрос | 2 |
| 7 | 7 | Изучение теоретического материала. Подготовка к практическим и лабораторным занятиям. | Опрос | 6 |
| 8 | 8 | Изучение теоретического материала. Подготовка к практическим и лабораторным занятиям. | Защита лабораторных работ | 2 |
| 9 | 9 | Изучение теоретического материала. Подготовка к практическим и лабораторным занятиям. | Защита лабораторных работ | 19.75 |
| 10 | 10 | Изучение теоретического материала. Подготовка к практическим и лабораторным занятиям. | Опрос | 10 |
| Итого: | | | | 51.75 |

Заочная форма обучения

Таблица 15

| № п/п | Номер раздела | Содержание самостоятельной работы | Форма контроля | Всего часов |
|--------------|----------------------|--|---------------------------|--------------------|
| 1 | 1 | Изучение теоретического материала. Подготовка к практическим и лабораторным занятиям. | Опрос | 7.45 |
| 2 | 2 | Изучение теоретического материала. Подготовка к практическим и лабораторным занятиям. | Опрос | 10 |
| 3 | 3 | Изучение теоретического материала. Подготовка к практическим и лабораторным занятиям. | Защита лабораторных работ | 10 |
| 4 | 4 | Изучение теоретического материала. Подготовка к практическим и лабораторным занятиям. | Опрос | 10 |
| 5 | 5 | Изучение теоретического материала. Подготовка к практическим и лабораторным занятиям. | Защита лабораторных работ | 10 |
| 6 | 6 | Изучение теоретического материала. Подготовка к практическим и лабораторным занятиям. | Опрос | 10 |
| 7 | 7 | Изучение теоретического материала. Подготовка к практическим и лабораторным занятиям. | Опрос | 10 |
| 8 | 8 | Изучение теоретического материала. Подготовка к практическим и лабораторным занятиям. | Опрос | 10 |

| | | | | |
|--------|----|--|-------|-------|
| 9 | 9 | Изучение теоретического материала. Подготовка к практическим и лабораторным занятиям. | Опрос | 40 |
| 10 | 10 | Изучение теоретического материала. Подготовка к практическим и лабораторным занятиям. | Опрос | 32.35 |
| Итого: | | | | 149.8 |

11. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Для самостоятельной работы по дисциплине рекомендовано следующее учебно-методическое обеспечение:

- Положение о самостоятельной работе студентов в Санкт-Петербургском государственном университете телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича;
- рекомендованная основная и дополнительная литература;
- конспект занятий по дисциплине;
- слайды-презентации и другой методический материал, используемый на занятиях;
- методические рекомендации по подготовке письменных работ, требования к их содержанию и оформлению (реферат, эссе, контрольная работа) ;
- фонды оценочных средств;
- методические указания к выполнению лабораторных работ для студентов;

12. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Фонд оценочных средств разрабатывается в соответствии с локальным актом университета «Положение о фонде оценочных средств» и является приложением (Приложение А) к рабочей программе дисциплины.

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине включает в себя:

- перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы;
- описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания;
- типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы;
- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Для каждого результата обучения по дисциплине определяются показатели и критерии оценки сформированности компетенций на различных этапах их формирования, шкалы и процедуры оценивания.

13. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины

13.1. Основная литература:

1. Красов, Андрей Владимирович.
Разработка защищенных приложений : [Электронный ресурс] : учебное пособие / А. В. Красов, А. Ю. Цветков ; рец. С. Е. Душин ; Федеральное агентство связи, Федеральное государственное образовательное бюджетное учреждение высшего профессионального образования "Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича". - СПб. : СПбГУТ, 2013. - 82 с. : ил. - 119.87 р.
2. Замятина, О. М.
Вычислительные системы, сети и телекоммуникации. Моделирование сетей : [Электронный ресурс] : учебное пособие для магистратуры / О. М. Замятина ; Национальный исследовательский Томский политехнический университет. - М. : Юрайт, 2016. - 159 с. : ил. - (Университеты России). - (дата обращения: 11.05.2023) . - Режим доступа: свободный доступ из сети Интернет, свободный доступ из локальной сети. - ISBN 978-5-9916-6531-5 : 300.00 р.

13.2. Дополнительная литература:

1. Верховая, Галина Викторовна.
Электронная почта : учеб. пособие (спец. 220301) / Г. В. Верховая, Е. А. Исупова ; рец. В. М. Дегтярев ; Федер. агентство связи, Гос. образовательное учреждение высш. проф. образования "С.-Петерб. гос. ун-т телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича". - СПб. : СПбГУТ, 2007. - 59 с. : ил., бл. - Библиогр.: с. 59. - (в обл.) : 75.00 р., 150.00 р. - Текст : непосредственный.
2. Коробов, Сергей Александрович.
Программное обеспечение современных систем связи : методические указания к лабораторным работам / С. А. Коробов ; рец. Б. Г. Шамсиев ; Федеральное агентство связи, Федеральное государственное образовательное бюджетное учреждение высшего профессионального образования "Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича". - СПб. : СПбГУТ, 2012. - 43 с. : ил., табл. - 116.22 р. - Текст : непосредственный.

14. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети интернет из указанного перечня являются рекомендуемыми дополнительными (вспомогательными) источниками официальной информации, размещенной на легальных основаниях с открытым доступом. За полноту содержания и качество работу сайтов несет ответственность правообладатель.

Таблица 16

| Наименование ресурса | Адрес |
|----------------------|-------|
|----------------------|-------|

| | |
|-------------------------------|----------------------------|
| Официальный сайт СПбГУТ | sut.ru/ |
| Электронная библиотека СПбГУТ | lib.sut.ru/jirbis2_spbgut/ |

15. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.

15.1. Программное обеспечение дисциплины:

- Open Office
- Google Chrome

15.2. Информационно-справочные системы:

- ЭБС iBooks (<https://ibooks.ru>)
- ЭБС Лань (<https://e.lanbook.com/>)
- ЭБС СПбГУТ (<http://lib.spbgut.ru>)

15.3. Дополнительные источники

16. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

16.1. Планирование и организация времени, необходимого для изучения дисциплины

Важным условием успешного освоения дисциплины «Математические методы и алгоритмы функционирования киберфизических систем» является создание системы правильной организации труда, позволяющей распределить учебную нагрузку равномерно в соответствии с графиком образовательного процесса. Большую помощь в этом может оказать составление плана работы на семестр, месяц, неделю, день. Его наличие позволит подчинить свободное время целям учебы, трудиться более успешно и эффективно. Нужно осуществлять самоконтроль, который является необходимым условием успешной учебы. Все задания, включая вынесенные на самостоятельную работу, рекомендуется выполнять непосредственно после соответствующего аудиторного занятия (лекции, практического занятия), что способствует лучшему усвоению материала, позволяет своевременно выявить и устранить пробелы в знаниях, систематизировать ранее пройденный материал, на его основе приступить к овладению новыми знаниями и навыками.

Система университетского обучения основывается на рациональном сочетании нескольких видов учебных занятий (в первую очередь лекций и практических занятий), работа на которых обладает определенной спецификой.

16.2. Подготовка к лекциям

Знакомство с дисциплиной происходит уже на первой лекции, где от студента требуется не просто внимание, но и самостоятельное оформление конспекта. При работе с конспектом лекций необходимо учитывать тот фактор, что одни лекции дают ответы на конкретные вопросы темы, другие – лишь выявляют взаимосвязи

между явлениями, помогая студенту понять глубинные процессы развития изучаемого предмета, как в истории, так и в настоящее время.

Конспектирование лекций – сложный вид вузовской аудиторной работы, предполагающий интенсивную умственную деятельность студента. Конспект является полезным тогда, когда записано самое существенное и сделано это самим обучающимся. Не надо стремиться записать дословно всю лекцию. Такое «конспектирование» приносит больше вреда, чем пользы. Целесообразно вначале понять основную мысль, излагаемую лектором, а затем записать ее. Желательно запись осуществлять на одной странице листа или оставляя поля, на которых позднее, при самостоятельной работе с конспектом, можно сделать дополнительные записи, отметить непонятные места.

Конспект лекции лучше подразделять на пункты, соблюдая красную строку. Этому в большой степени будут способствовать вопросы плана лекции, предложенные преподавателям. Следует обращать внимание на акценты, выводы, которые делает лектор, отмечая наиболее важные моменты в лекционном материале замечаниями «важно», «хорошо запомнить» и т.п. Можно делать это и с помощью разноцветных маркеров или ручек, подчеркивая термины и определения.

Целесообразно разработать собственную систему сокращений, аббревиатур и символов. Однако при дальнейшей работе с конспектом символы лучше заменить обычными словами для быстрого зрительного восприятия текста. Работая над конспектом лекций, всегда необходимо использовать не только учебник, но и ту литературу, которую дополнительно рекомендовал лектор. Именно такая серьезная, кропотливая работа с лекционным материалом позволит глубоко овладеть теоретическим материалом.

16.3. Подготовка к практическим занятиям

Тщательное продумывание и изучение вопросов плана основывается на проработке пройденного материала (материала лекций, практических занятий), а затем изучения обязательной и дополнительной литературы, рекомендованной к данной теме.

Результат такой работы должен проявиться в способности студента свободно ответить на теоретические вопросы практикума, его выступлении и участии в коллективном обсуждении вопросов изучаемой темы, правильном выполнении практических заданий и контрольных работ.

Необходимо понимать, что невозможно во время аудиторных занятий изложить весь материал из-за лимита аудиторных часов, и при изучении дисциплины недостаточно конспектов занятий. Поэтому самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной литературой, материалами периодических изданий и интернета является наиболее эффективным методом получения дополнительных знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала, формирует у студентов свое отношение к конкретной проблеме.

16.4. Рекомендации по работе с литературой

Работу с литературой целесообразно начать с изучения общих работ по теме, а также учебников и учебных пособий. Далее рекомендуется перейти к анализу

монографий и статей, рассматривающих отдельные аспекты проблем, изучаемых в рамках курса, а также официальных материалов и неопубликованных документов (научно-исследовательские работы, диссертации), в которых могут содержаться основные вопросы изучаемой проблемы.

Работу с источниками надо начинать с ознакомительного чтения, т.е. просмотреть текст, выделяя его структурные единицы. При ознакомительном чтении закладками отмечаются те страницы, которые требуют более внимательного изучения. В зависимости от результатов ознакомительного чтения выбирается дальнейший способ работы с источником. Если для разрешения поставленной задачи требуется изучение некоторых фрагментов текста, то используется метод выборочного чтения. Если в книге нет подробного оглавления, следует обратить внимание обучающегося на предметные и именные указатели.

Избранные фрагменты или весь текст (если он целиком имеет отношение к теме) требуют вдумчивого, неторопливого чтения с «мысленной проработкой» материала. Такое чтение предполагает выделение: 1) главного в тексте; 2) основных аргументов; 3) выводов. Особое внимание следует обратить на то, вытекает тезис из аргументов или нет. Необходимо также проанализировать, какие из утверждений автора носят проблематичный, гипотетический характер, и уловить скрытые вопросы.

Понятно, что умение таким образом работать с текстом приходит далеко не сразу. Наилучший способ научиться выделять главное в тексте, улавливать проблематичный характер утверждений, давать оценку авторской позиции – это сравнительное чтение, в ходе которого студент знакомится с различными мнениями по одному и тому же вопросу, сравнивает весомость и доказательность аргументов сторон и делает вывод о наибольшей убедительности той или иной позиции.

Если в литературе встречаются разные точки зрения по тому или иному вопросу из-за сложности прошедших событий и правовых явлений, нельзя их отвергать, не разобравшись. При наличии расхождений между авторами необходимо найти рациональное зерно у каждого из них, что позволит глубже усвоить предмет изучения и более критично оценивать изучаемые вопросы. Знакомясь с особыми позициями авторов, нужно определять их схожие суждения, аргументы, выводы, а затем сравнивать их между собой и применять из них ту, которая более убедительна.

Следующим этапом работы с литературными источниками является создание конспектов, фиксирующих основные тезисы и аргументы. Можно делать записи на отдельных листах, которые потом легко систематизировать по отдельным темам изучаемого курса. Другой способ – это ведение тематических тетрадей-конспектов по одной какой-либо теме. Большие специальные работы монографического характера целесообразно конспектировать в отдельных тетрадях. Здесь важно вспомнить, что конспекты пишутся на одной стороне листа, с полями и достаточным для исправления и ремарок межстрочным расстоянием (эти правила соблюдаются для удобства редактирования). Если в конспектах приводятся цитаты, то непременно должно быть дано указание на источник (автор, название, выходные данные, № страницы). Впоследствии эта информация может быть использована при написании текста реферата или другого задания.

Таким образом, при работе с источниками и литературой важно уметь:

- сопоставлять, сравнивать, классифицировать, группировать, систематизировать информацию в соответствии с определенной учебной задачей;
- обобщать полученную информацию, оценивать прослушанное и прочитанное;
- фиксировать основное содержание сообщений; формулировать, устно и письменно, основную идею сообщения; составлять план, формулировать тезисы;
- готовить и презентовать развернутые сообщения типа доклада;
- работать в разных режимах (индивидуально, в паре, в группе), взаимодействуя друг с другом;
- пользоваться реферативными и справочными материалами;
- контролировать свои действия и действия своих товарищей, объективно оценивать свои действия;
- обращаться за помощью, дополнительными разъяснениями к преподавателю, другим студентам;
- пользоваться лингвистической или контекстуальной догадкой, словарями различного характера, различного рода подсказками, опорами в тексте (ключевые слова, структура текста, предваряющая информация и др.);
- использовать при говорении и письме перифраз, синонимичные средства, слова-описания общих понятий, разъяснения, примеры, толкования, «словотворчество»
- повторять или перефразировать реплику собеседника в подтверждение понимания его высказывания или вопроса;
- обратиться за помощью к собеседнику (уточнить вопрос, переспросить и др.);
- использовать мимику, жесты (вообще и в тех случаях, когда языковых средств не хватает для выражения тех или иных коммуникативных намерений).

16.5. Подготовка к промежуточной аттестации

При подготовке к промежуточной аттестации целесообразно:

- внимательно изучить перечень вопросов и определить, в каких источниках находятся сведения, необходимые для ответа на них;
- внимательно прочитать рекомендованную литературу;
- составить краткие конспекты ответов (планы ответов).

17. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Таблица 17

| № п/п | Наименование специализированных аудиторий и лабораторий | Наименование оборудования |
|-------|---|---|
| 1 | Лекционная аудитория | Аудио-видео комплекс |
| 2 | Аудитории для проведения групповых и практических занятий | Аудио-видео комплекс |
| 3 | Компьютерный класс | Персональные компьютеры |
| 4 | Аудитория для курсового и дипломного проектирования | Персональные компьютеры |
| 5 | Аудитория для самостоятельной работы | Компьютерная техника |
| 6 | Читальный зал | Персональные компьютеры |
| 7 | Кафедра программной инженерии и вычислительной техники. Лаборатория программной инженерии и технологий программирования | Лабораторные стенды (установки) Контрольно-измерительные приборы |

