

Государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования Московской области  
«Университет «Дубна»  
(государственный университет «Дубна»)

Филиал «Протвино»  
Кафедра «Общеобразовательные дисциплины»



УТВЕРЖДАЮ

Директор

*[Signature]*

подпись

/Евсиков А.А./

Фамилия И.О.

27

» 06

2020 г.

## Рабочая программа дисциплины (модуля)

Математическое моделирование процессов, систем и комплексов

*наименование дисциплины (модуля)*

Направление подготовки (специальность)

15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

*код и наименование направления подготовки (специальности)*

Уровень высшего образования

бакалавриат

*бакалавриат, магистратура, специалитет*

Направленность (профиль) программы (специализация)

«Автоматизация технологических процессов и производств»

Форма обучения

очная

*очная, очно-заочная, заочная*

Протвино, 2020

Преподаватель (преподаватели):

Куликов А.В., доцент, к.ф.-м.н., кафедра общеобразовательных дисциплин

*Фамилия И.О., должность, ученая степень, ученое звание, кафедра; подпись*

Рабочая программа разработана в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) высшего образования

15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

*(код и наименование направления подготовки (специальности))*

Программа рассмотрена на заседании кафедры общеобразовательных дисциплин

*(название кафедры)*

Протокол заседания № 3 от « 24 » 06 2020 г.

Заведующий кафедрой

*(Фамилия И.О., подпись)*

/А.Н. Сытин/

СОГЛАСОВАНО

Зав. выпускающей кафедрой

*(подпись)*

/ Маков П.В. /

*(фамилия, имя, отчество)*

« \_\_\_\_ » 20 \_\_\_\_ г.

Эксперт

*(Ф.И.О., ученая степень, ученое звание, место работы, должность)*

## Оглавление

|    |   |    |
|----|---|----|
| 1  | Цели и задачи освоения дисциплины .....   | 4  |
| 2  | Объекты профессиональной деятельности при изучении дисциплины (модуля) .....  | 4  |
| 3  | Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП .....  | 4  |
| 4  | Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников) .....   | 4  |
| 5  | Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся ..... | 6  |
| 6  | Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических или астрономических часов и виды учебных занятий .....  | 6  |
| 7  | Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю) и методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля) .....   | 10 |
| 8  | Применяемые образовательные технологии для различных видов учебных занятий и для контроля освоения обучающимися запланированных результатов обучения .....  | 11 |
| 9  | Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)  | 11 |
| 10 | Ресурсное обеспечение .....   | 21 |
| 11 | Язык преподавания .....   | 23 |

## 1 Цели и задачи освоения дисциплины

Целью курса «Математическое моделирование процессов, систем и комплексов» является приобретение студентами знаний в области моделирования различных систем, необходимых при анализе и синтезе сложных комплексов, а также умения применять современные технологии планирования и проведения компьютерного моделирования. ;

Задачами дисциплины является приобретение студентами практических навыков в моделировании систем, методов анализа и интерпретации результатов моделирования, проверки адекватности модели исследуемой системе.

## 2 Объекты профессиональной деятельности при изучении дисциплины (модуля)

- автоматизированные системы обработки информации и управления;
- программное обеспечение средств вычислительной техники и автоматизированных систем (программы, программные комплексы и системы).

## 3 Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП

Дисциплина «Математическое моделирование процессов, систем и комплексов» относится к вариативной части блока дисциплин ОПОП ВО, является дисциплиной по выбору и имеет шифр Б1.В.ДВ.3.2. Изучается на 5–м семестре 3–го курса.

К началу изучения дисциплины «Математическое моделирование процессов, систем и комплексов» должны быть освоены следующие компетенции: ОК-1, ОК-3, ОК-4, ОК-5, ОК-7, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-4, ОПК-5; ПК-18, ОК-20, ПК-21.

Указанные компетенции сформированы в результате освоения ранее изученных дисциплин: «Информатика», «Линейная алгебра и аналитическая геометрия», «Математический анализ» «Теория вероятностей и математическая статистика», «Физика».

Освоение материала дисциплины позволит студенту быть подготовленным к защите выпускной квалификационной работы и последующей профессиональной деятельности.

## 4 Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)

| <b>Формируемые компетенции</b><br><i>(код компетенции, уровень (этап) освоения)</i><br><i>(последний – при наличии в карте компетенции)</i> | <b>Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций</b>   |
|---|---|
| <b>ОК-5:</b> способность к самоорганизации и самообразованию.   | <b>Знать:</b><br>методы проектно-конструкторской работы; подход к формированию множества решений проектной задачи на структурном и конструкторском уровнях; общие требования к автоматизированным системам проектирования;<br>перспективы технического развития и особенности деятельности организаций, компетентных на законодательно-правовой основе в области технического регулирования и метрологии<br><b>Уметь:</b><br>выбирать рациональные технологические процессы изготовления продукции отрасли, эффективное оборудование;<br>выполнять анализ технологических процессов и оборудования как объектов автоматизации и управления;<br>оценивать точность и достоверность результатов моделирования |

|   |  |
|---|--|
|   | <p><b>Владеть:</b><br/>         навыками выбора аналогов и прототипа конструкций при их проектировании;<br/>         навыками обработки экспериментальных данных и оценки точности (неопределенности) измерений, испытаний и достоверности контроля;<br/>         навыками анализа технологических процессов как объекта управления и выбора функциональных схем их автоматизации</p>  |
| <p><b>ОПК-3:</b> способность использовать современные информационные технологии, технику, прикладные программные средства при решении задач профессиональной деятельности.</p>  | <p><b>Знать:</b><br/>         принципы структурного и модульного программирования с поддержкой жизненного цикла программ, а также объектно-ориентированного программирования<br/> <b>Уметь:</b><br/>         пользоваться инструментальными программными средствами интерактивных графических систем, актуальных для современного производства<br/> <b>Владеть:</b><br/>         навыками применения стандартных программных средств в области автоматизации технологических процессов и производств, управления жизненным циклом продукции и ее качеством</p>   |
| <p><b>ОПК-4:</b> способность участвовать в разработке обобщенных вариантов решения проблем, связанных с автоматизацией производств, выборе на основе анализа вариантов оптимального прогнозирования последствий решения.</p>  | <p><b>Знать:</b><br/>         способы анализа технической эффективности автоматизированных систем<br/> <b>Знать:</b><br/>         отечественный и зарубежный опыт по направлению исследований в области машин, производств, систем автоматизации и механизации технологических процессов механосборочного производства<br/> <b>Уметь:</b><br/>         выполнять анализ технологических процессов и оборудования как объектов автоматизации и управления<br/> <b>Уметь:</b><br/>         принимать нетрадиционные принципиальные технические решения при проектировании аппаратно-программных комплексов автоматических и автоматизированных систем механосборочных производств<br/> <b>Владеть:</b><br/>         навыками анализа технологических процессов как объекта управления и выбора функциональных схем их автоматизации<br/> <b>Владеть:</b><br/>         проектирование аппаратно-программных комплексов автоматических и автоматизированных систем</p> |
| <p><b>ПК-19:</b> способностью участвовать в работах по моделированию продукции, технологических процессов, производств, средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством с использованием современных средств автоматизированного проекти-</p> | <p><b>Знать:</b><br/>         синтаксис и семантику алгоритмического языка программирования, принципы и методологию построения алгоритмов программных систем<br/> <b>Уметь:</b><br/>         проектировать простые программные алгоритмы и реализовывать их с помощью современных средств программирования<br/> <b>Владеть:</b><br/>         навыками проектирования простых программных алгоритмов и реализации их на языке программирования</p>  |

|  |   |
|--|---|
| рования, по разработке алгоритмического и программного обеспечения средств и систем автоматизации и управления процессами, I уровень (пороговый)   |   |
| <b>ПК-19:</b> способностью участвовать в работах по моделированию продукции, технологических процессов, производств, средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством с использованием современных средств автоматизированного проектирования, по разработке алгоритмического и программного обеспечения средств и систем автоматизации и управления процессами, II уровень (углубленный) | <p><b>Уметь</b> *)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– генерировать управляющие программы в автоматизированных системах проектирования технологических процессов и моделировать процесс обработки</li> </ul> <p><b>Владеть</b> *)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– программирование траекторий движения инструментов и режимов обработки;</li> <li>– компоновка управляющей программы</li> </ul> |

результат обучения сформулирован на основании требований профессиональных стандартов:

- «Специалист по автоматизации и механизации технологических процессов механосборочного производства» № 550 (приказ Министерства труда и социальной защиты РФ от 8 сентября 2015 г. № 606н);
- «Специалист по компьютерному программированию станков с числовым программным управлением» № 401 (приказ Министерства труда и социальной защиты РФ от 26 декабря 2014 г. № 1166н)

##### **5 Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

Объем дисциплины составляет 4 зачетные единицы, всего 144 часа, из которых:

**68 час составляет контактная работа обучающихся с преподавателем<sup>1</sup>:**

34 часа – лекционные занятия;

34 часа – практические занятия.

**27 часов – мероприятия промежуточной аттестации<sup>4</sup> (экзамен),**

**49 часов составляет самостоятельная работа обучающегося.**

##### **6 Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических или астрономических часов и виды учебных занятий**

<sup>1</sup> Перечень видов учебных занятий уточняется в соответствии с учебным планом.

| Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля)<br><br>Форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)  | Все-го (ча-сы) | В том числе:  |                     |                      |                      |   |                        |                             |   |  |                             |                             |       |
|--|----------------|---|---------------------|----------------------|----------------------|---|------------------------|-----------------------------|---|--|-----------------------------|-----------------------------|-------|
|  |                | Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них <sup>2</sup> |                     |                      |                      |   |                        |                             |   | Самостоятельная работа обучающихся, часы, из них |                             |                             |       |
|  |                | Лекционные занятия  | Семинарские занятия | Практические занятия | Лабораторные занятия | ⋮ | Групповые консультации | Индивидуальные консультации | Учебные занятия, направленные на проведение текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, практические контрольные занятия и др.)* | Всего  | Выполнение домашних заданий | Подготовка рефератов и т.п. | Всего |
| V семестр  |                |   |                     |                      |                      |   |                        |                             |   |  |                             |                             |       |
| <b>Основные понятия теории моделирования сложных систем.</b><br>Классификация видов моделирования систем. Проблема качества моделирования. Адекватность модели изучаемой системе. Причины и устранение неадекватности модели изучаемой системе. Особенности компьютерного моделирования. Требования пользователя к модели. Основные этапы моделирования систем. Построение концептуальных моделей систем и их формализация. Алгоритмизация моделей систем и их машинная реализация. Непрерывно-детерминированные модели (D-схемы). Дискретно-детерминированные модели (F-схемы). Дискретно-стохастические модели (P-схемы). Непрерывно-стохастические модели (Q-схемы). Ком- | 68             | 4   |                     | 4                    |                      |   |                        |                             | 8   |  | 18                          | 18                          |       |

<sup>2</sup> Перечень видов учебных занятий уточняется в соответствии с учебным планом.

|   |   |  |   |  |  |  |  |  |    |  |  |    |    |
|---|---|--|---|--|--|--|--|--|----|--|--|----|----|
| бинированные модели.  |   |  |   |  |  |  |  |  |    |  |  |    |    |
| <b>Моделирование динамических систем</b><br>Понятие о динамической системе и её модели. Параметры состояния системы, начальные условия, закон функционирования. Точки равновесия, фазовое пространство, фазовая траектория, фазовый портрет системы. Устойчивость и неустойчивость точек равновесия. Точки равновесия в автономных динамических системах двух переменных. Аналитическое исследование и компьютерное моделирование поведения систем. Понятие о преобразовании Лапласа. Функциональное описание системы. Передаточная функция. Методы вычисления передаточной функции. Колебательные системы. Модели систем: механические, электрические, химические системы. Биологические системы: модель Мальтуса динамики численности народонаселения земного шара; модель Ферхюльста численности однородной популяции; модель Вальтера-Лотки | 6 |  | 6 |  |  |  |  |  | 12 |  |  |    |    |
| <b>Моделирование Стохастических систем.</b><br>Модели систем с элементами случайного поведения. Примеры систем, отличных от детерминированных. Генераторы случайных и псевдослучайных чисел. Оценка качества датчика случайных чисел. Моделирование случайных величин с заданным законом распределения. Теория метода Монте-Карло. Возможности метода статистических испытаний и его точность. Примеры статистического моделирования.   | 8 |  | 8 |  |  |  |  |  | 16 |  |  |    |    |
| <b>Моделирование распределённых систем</b><br>Классификация задач математической физики. Начальные и граничные условия. Вычислительные методы исследования распределённых систем: метод конечных элементов; метод конечных разностей.   | 4 |  | 4 |  |  |  |  |  | 8  |  |  | 16 | 16 |
| <b>Имитационное моделирование</b><br>Имитационное моделирование систем с очередями. Потoki случайных событий. Пуассоновский поток слу-  | 4 |  | 4 |  |  |  |  |  | 8  |  |  |    |    |



|  |                 |    |  |    |  |  |  |  |  |    |   |    |    |
|--|-----------------|----|--|----|--|--|--|--|--|----|---|----|----|
| чайных событий. Модели систем с очередями. Связь с теорией массового обслуживания. Анализ очередей<br>Структура систем с ожиданием. Показатели работы системы. Анализ затрат. Дисциплина обслуживания очереди.   |                 |    |  |    |  |  |  |  |  |    |   |    |    |
| <b>Обработка результатов вычислительных экспериментов</b> Планирование вычислительных экспериментов. Методы теории планирования экспериментов. Факторные пространства. Оценка влияния и взаимосвязи факторов. Виды факторного анализа экспериментов. Обработка результатов вычислительных эксперимента. Метод наименьших квадратов. Регрессионный анализ результатов моделирования. Проверка адекватности модели. Корреляционный анализ результатов моделирования. |                 | 4  |  | 4  |  |  |  |  |  | 8  |   | 15 | 15 |
| <b>Языки и инструментальные средства моделирования</b><br>Обзор языков и программных средств моделирования.  |                 | 4  |  | 4  |  |  |  |  |  |    | 8 |    |    |
| Промежуточная аттестация <u>экзамен</u>  | 27 <sup>3</sup> | X  |  |    |  |  |  |  |  |    | X |    |    |
| <b>Итого</b>   |                 | 34 |  | 34 |  |  |  |  |  | 68 |   | 49 | 49 |

<sup>3</sup> Часы на промежуточную аттестацию (зачет, дифференцированный зачет, экзамен и др.) указываются в случае выделения их в учебном плане.

**7 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю) и методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модулю)**

**Методические указания к практическим занятиям**

Последовательное решение практических задач по следующим темам:

| <i>Раздел дисциплины</i>                                     | <i>Темы практических занятий</i>   |
|--|--|
| <b>Основные понятия теории моделирования сложных систем.</b> | Алгоритмизация моделей систем и их машинная реализация. Непрерывно-детерминированные модели (D-схемы). Дискретно-детерминированные модели (F-схемы). Дискретно-стохастические модели (P-схемы). Непрерывно-стохастические модели (Q-схемы) |
| <b>Моделирование динамических систем</b>                     | Моделирование в среде SciLab колебательных систем на примере модели маятника.<br>Моделирование в среде SciLab биологических систем на примере модели Вальтера Лотки.<br>Моделирование в среде SciLab хаотического поведения систем.        |
| <b>Моделирование Стохастических систем.</b>                  | Моделирование в среде SciLab случайных величин с заданным законом распределения.<br>Моделирование в среде SciLab случайных величин с нормальным законом распределения.<br>Метод Монте-Карло для анализа моделей со случайными параметрами  |
| <b>Моделирование распределённых систем</b>                   | Решение одномерной задачи теплопроводности методом конечных разностей. Визуализация результатов  |
| <b>Имитационное моделирование</b>                            | Моделирование систем массового обслуживания в среде SciLab,  |
| <b>Обработка результатов вычислительных экспериментов</b>    | Обработка экспериментальных данных методом наименьших квадратов<br>Полиномиальная интерполяция экспериментальных данных  |
| <b>Языки и инструментальные средства моделирования</b>       | Среда моделирования SciLab. Графика в SciLab. Решение нелинейных систем в SciLab. Линейная алгебра в SciLab. Программирование в SciLab   |

**Методическое обеспечение инновационных форм учебных занятий**

Дискуссии в группе и разбор конкретных ситуаций, связанных с моделированием систем.

**Методические указания для самостоятельной работы обучающихся**

Тематика самостоятельных работ студентов соответствует темам практических занятий. Текущий контроль успеваемости состоит из проведения устного опроса (УО-1) на практических занятиях и выполнении контрольных работ (ПР-2). Контрольные работы проводятся по укрупнённым разделам. Названия тем и распределение времени самостоятельной работы по темам приведены в таблице.

| № раз-дела дисциплины | Название | Темы контрольных работ                             | Часы |
|-----------------------|----------|--|------|
| 1–3                   | ПР–2.1   | Моделирование динамических и стохастических систем | 18   |

|     |        |  |           |
|-----|--------|--|-----------|
| 4.5 | ПР-2.2 | Моделирование распределённых систем и имитационное моделирование | 16        |
| 6.7 | ПР-2.3 | Обработка результатов вычислительных экспериментов               | 15        |
|     |        | <b>Итого</b>   | <b>40</b> |

## 8 Применяемые образовательные технологии для различных видов учебных занятий и для контроля освоения обучающимися запланированных результатов обучения

*Перечень обязательных видов учебной работы студента:*

- посещение лекционных занятий;
- посещение практических занятий;
- ответы на теоретические вопросы на практических занятиях;
- решение задач на практических занятиях;
- выполнение контрольных заданий

В случае использования инновационных форм проведения учебных занятий<sup>4</sup> приводится перечень инновационных форм проведения учебных занятий (по видам учебных занятий).

### Инновационные формы проведения учебных занятий

| Семестр | Вид учебных занятий <sup>5</sup> | Используемые инновационные формы проведения учебных занятий | Количество академ. часов |
|---------|----------------------------------|---|--------------------------|
| V       | Лекционные занятия               | Разбор конкретных ситуаций при моделировании систем         | 7                        |
| V       | Практические занятия             | Разбор конкретных ситуаций при моделировании систем         | 7                        |
| Всего:  |                                  |   | 14                       |

## 9 Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

<sup>4</sup> При разработке и реализации ОПОП ВО выпускающая кафедра должна предусмотреть применение инновационных форм учебных занятий, развивающих у обучающихся навыки командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений, лидерские качества (включая, при необходимости, проведение интерактивных лекций, групповых дискуссий, ролевых игр, тренингов, анализ ситуаций и имитационных моделей, преподавание дисциплин (модулей) в форме курсов, составленных на основе результатов научных исследований, проводимых университетом, в том числе с учетом региональных особенностей профессиональной деятельности выпускников и потребностей работодателей).

<sup>5</sup> Перечень видов учебных занятий уточняется в соответствии с учебным планом.

- Перечень компетенций выпускников образовательной программы с указанием результатов обучения (знаний, умений, владений), характеризующих этапы их формирования, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования.

**ОК-5: способность к самоорганизации и самообразованию.**

| Уровень освоения компетенции        | Планируемые результаты обучения (показатели освоения компетенции)   | Критерии оценивания результатов обучения |   |  |   |  |
|-------------------------------------|---|--|---|--|---|--|
|                                     |   | 1  | 2   | 3  | 4   | 5  |
| Первый уровень (пороговый) (ОК-5)-I | <p><b>Знать:</b><br/> <b>Код 31 (ОК-5)</b><br/> методы проектно-конструкторской работы; подхода к формированию множества решений проектной задачи на структурном и конструкторском уровнях; общие требования к автоматизированным системам проектирования; перспективы технического развития и особенности деятельности организаций, компетентных на законодательно-правовой основе в области технического регулирования и метрологии</p> | Отсутствие знаний                        | <p>Не имеет базовых знаний методов проектно-конструкторской работы; подхода к формированию множества решений проектной задачи на структурном и конструкторском уровнях; общих требований к автоматизированным системам проектирования; перспектив технического развития и особенностей деятельности организаций, компетентных на законодательно-правовой основе в области технического регулирования и метрологии или допускает существенные ошибки</p> | <p>Демонстрирует частичное знание методов проектно-конструкторской работы; подхода к формированию множества решений проектной задачи на структурном и конструкторском уровнях; общих требований к автоматизированным системам проектирования; перспектив технического развития и особенности деятельности организаций, компетентных на законодательно-правовой основе в области технического регулирования и метрологии, но не может обосновать их соответствие запланированным целям профессионального совершенствования.</p> | <p>Демонстрирует знание методов проектно-конструкторской работы; подхода к формированию множества решений проектной задачи на структурном и конструкторском уровнях; общих требований к автоматизированным системам проектирования; перспектив технического развития и особенности деятельности организаций, компетентных на законодательно-правовой основе в области технического регулирования и метрологии, но дает неполное обоснование соответствия выбранных технологий реализации процессов целям профессионального роста.</p> | <p>Владеет полной системой знаний методов проектно-конструкторской работы; подхода к формированию множества решений проектной задачи на структурном и конструкторском уровнях; общих требований к автоматизированным системам проектирования; перспектив технического развития и особенности деятельности организаций, компетентных на законодательно-правовой основе в области технического регулирования</p> |
|                                     | <b>Уметь:</b>   | Отсут-                                   | Не умеет и не готов или   | Умея выбирать рациона-   | Умея выбирать рациона-  | Готов и умеет выбирать   |

|  |   |                     |   |   |  |  |
|--|---|---------------------|---|---|--|--|
|  | <p><b>Код У1 (ОК-5)</b><br/>выбирать рациональные технологические процессы изготовления продукции отрасли, эффективное оборудование;<br/>выполнять анализ технологических процессов и оборудования как объектов автоматизации и управления;<br/>оценивать точность и достоверность результатов моделирования</p>  | ствие умений        | <p>имея базовые знания о выборе рациональных технологических процессах изготовления продукции отрасли, эффективного оборудования;<br/>выполнении анализа технологических процессов и оборудования как объектов автоматизации и управления;<br/>оценке точности и достоверности результатов моделирования, не способен устанавливать приоритеты при планировании целей своей деятельности.</p>   | <p>нальные технологические процессы изготовления продукции отрасли, эффективное оборудование;<br/>выполнять анализ технологических процессов и оборудования как объектов автоматизации и управления;<br/>оценивать точность и достоверность результатов моделирования, не полностью учитывает внешние и внутренние условия их достижения.</p>   | <p>нальные технологические процессы изготовления продукции отрасли, эффективное оборудование;<br/>выполнять анализ технологических процессов и оборудования как объектов автоматизации и управления;<br/>оценивать точность и достоверность результатов моделирования, дает не полностью аргументированное обоснование соответствия выбранных способов выполнения деятельности намеченным целям.</p> | <p>рациональные технологические процессы изготовления продукции отрасли, эффективное оборудование;<br/>выполнять анализ технологических процессов и оборудования как объектов автоматизации и управления;<br/>оценивать точность и достоверность результатов моделирования, давая полную аргументацию принимаемым решениям</p> |
|  | <p><b>Владеть:</b><br/><b>Код В1 (ОК-5)</b><br/>навыками выбора аналогов и прототипа конструкций при их проектировании;<br/>навыками обработки экспериментальных данных и оценки точности (неопределенности) измерений, испытаний и достоверности контроля;<br/>навыками анализа технологических процессов как объекта управления и выбора функциональных схем их автоматизации</p> | Отсутствие владения | <p>Владеет навыками выбора аналогов и прототипа конструкций при их проектировании;<br/>навыками обработки экспериментальных данных и оценки точности (неопределенности) измерений, испытаний и достоверности контроля;<br/>навыками анализа технологических процессов как объекта управления и выбора функциональных схем их автоматизации, но допускает существенные ошибки при их реализации, не учитывает временных перспектив развития профессиональ-</p> | <p>Владеет навыками выбора аналогов и прототипа конструкций при их проектировании;<br/>навыками обработки экспериментальных данных и оценки точности (неопределенности) измерений, испытаний и достоверности контроля;<br/>навыками анализа технологических процессов как объекта управления и выбора функциональных схем их автоматизации, но не давая аргументированное обоснование адекватности отобранной для усвоения информации целям само-</p> | <p>Владеет навыками выбора аналогов и прототипа конструкций при их проектировании;<br/>навыками обработки экспериментальных данных и оценки точности (неопределенности) измерений, испытаний и достоверности контроля;<br/>навыками анализа технологических процессов как объекта управления и выбора функциональных схем их автоматизации только в определенной сфере деятельности.</p>             | <p>Демонстрирует возможность переноса технологии организации процесса самообразования, сформированной в одной сфере деятельности, на другие сферы, полностью обосновывая выбор используемых методов и приемов.</p>   |

|  |  |  |                   |              |  |  |
|--|--|--|-------------------|--------------|--|--|
|  |  |  | ной деятельности. | образования. |  |  |
|--|--|--|-------------------|--------------|--|--|

**ОПК-3: способность использовать современные информационные технологии, технику, прикладные программные средства при решении задач профессиональной деятельности.**

| Уровень освоения компетенции                      | Планируемые результаты обучения<br>(показатели освоения компетенции)   | Критерии оценивания результатов обучения |   |  |  |  |
|---|--|--|---|--|--|--|
|   |  | 1  | 2   | 3  | 4  | 5  |
| Первый уровень<br>(пороговый)<br><b>(ОПК-3)-I</b> | <b>Знать:</b><br><b>Код31(ОПК-3)</b><br>принципы структурного и модульного программирования с поддержкой жизненного цикла программ, а также объектно-ориентированного программирования | Отсутствие знаний                        | Не знает или знает слабо, фрагментарно принципы структурного и модульного программирования с поддержкой жизненного цикла программ, а также объектно-ориентированного программирования | Удовлетворительно знает принципы структурного и модульного программирования с поддержкой жизненного цикла программ, а также объектно-ориентированного программирования | Хорошо знает принципы структурного и модульного программирования с поддержкой жизненного цикла программ, а также объектно-ориентированного программирования                  | Демонстрирует свободное и уверенное знание принципов структурного и модульного программирования с поддержкой жизненного цикла программ, а также объектно-ориентированного программирования |
|   | <b>Уметь:</b><br><b>КодУ1 (ОПК-3)</b><br>пользоваться инструментальными программными средствами интерактивных графических систем, актуальных для современного производства             | Отсутствие умений                        | Демонстрирует частичное умение пользоваться инструментальными программными средствами интерактивных графических систем, актуальных для современного производства                      | Демонстрирует частичное умение пользоваться инструментальными программными средствами интерактивных графических систем, актуальных для современного производства       | Демонстрирует достаточно устойчивое умение пользоваться инструментальными программными средствами интерактивных графических систем, актуальных для современного производства | Демонстрирует устойчивое умение пользоваться инструментальными программными средствами интерактивных графических систем, актуальных для современного производства                          |
|   | <b>Владеть:</b><br><b>КодВ1 (ОПК-3)</b><br>навыками применения стандартных программных средств в области автоматизации технологических про-  | Отсутствие владения                      | Демонстрирует низкий уровень владения навыками применения стандартных программных средств в области автоматизации технологиче-  | Демонстрирует удовлетворительный уровень владения навыками применения стандартных программных средств в области авто-  | Демонстрирует хороший уровень владения навыками применения стандартных программных средств в области автоматизации   | Демонстрирует высокий уровень владения навыками применения стандартных программных средств в области автоматизации техноло-  |

|  |  |  |  |   |   |  |
|--|--|--|--|---|---|--|
|  | цессов и производств, управления жизненным циклом продукции и ее качеством |  | ских процессов и производств, управления жизненным циклом продукции и ее качеством | матизации технологических процессов и производств, управления жизненным циклом продукции и ее качеством | технологических процессов и производств, управления жизненным циклом продукции и ее качеством | гических процессов и производств, управления жизненным циклом продукции и ее качеством |
|--|--|--|--|---|---|--|

**ОПК-4: способность участвовать в разработке обобщенных вариантов решения проблем, связанных с автоматизацией производств, выборе на основе анализа вариантов оптимального прогнозирования последствий решения.**

| Уровень освоения компетенции         | Планируемые результаты обучения (показатели освоения компетенции)  | Критерии оценивания результатов обучения |   |  |   |  |
|--------------------------------------|--|--|---|--|---|--|
|                                      |  | 1  | 2   | 3  | 4   | 5  |
| Первый уровень (пороговый) (ОПК-4)-I | <b>Знать:</b><br><b>Код31 (ОПК-4)</b><br>способы анализа технической эффективности автоматизированных систем   | Отсутствие знаний                        | Не знает или знает слабо, фрагментарно способы анализа технической эффективности автоматизированных систем  | Удовлетворительно знает способы анализа технической эффективности автоматизированных систем  | Хорошо знает способы анализа технической эффективности автоматизированных систем  | Демонстрирует свободное и уверенное знание способов анализа технической эффективности автоматизированных систем  |
|                                      | <b>Знать:</b><br><b>Код32 (ОПК-4*)</b><br>отечественный и зарубежный опыт по направлению исследований в области машин, производств, систем автоматизации и механизации технологических процессов механосборочного производства | Отсутствие знаний                        | Не знает или знает слабо, фрагментарно отечественный и зарубежный опыт по направлению исследований в области машин, производств, систем автоматизации и механизации технологических процессов механосборочного производства | Удовлетворительно знает отечественный и зарубежный опыт по направлению исследований в области машин, производств, систем автоматизации и механизации технологических процессов механосборочного производства | Хорошо знает отечественный и зарубежный опыт по направлению исследований в области машин, производств, систем автоматизации и механизации технологических процессов механосборочного производства | Демонстрирует свободное и уверенное знание отечественного и зарубежного опыта по направлению исследований в области машин, производств, систем автоматизации и механизации технологических процессов механосборочного производства |
|                                      | <b>Уметь:</b><br><b>КодУ1 (ОПК-4)</b><br>выполнять анализ техно-   | Отсутствие умений                        | Демонстрирует частичное умение выполнять анализ технологических   | Демонстрирует частичное умение выполнять анализ технологических  | Демонстрирует достаточно устойчивое умение выполнять анализ   | Демонстрирует устойчивое умение выполнять анализ технологи-  |

|  |  |                     |   |   |   |  |
|--|--|---------------------|---|---|---|--|
|  | логических процессов и оборудования как объектов автоматизации и управления  |                     | процессов и оборудования как объектов автоматизации и управления  | процессов и оборудования как объектов автоматизации и управления  | технологических процессов и оборудования как объектов автоматизации и управления  | ческих процессов и оборудования как объектов автоматизации и управления  |
|  | <b>Уметь:<br/>КодУ2 (ОПК-4*)</b><br>принимать нетрадиционные принципиальные технические решения при проектировании аппаратно-программных комплексов автоматических и автоматизированных систем механосборочных производств | Отсутствие умений   | Демонстрирует частичное умение принимать нетрадиционные принципиальные технические решения при проектировании аппаратно-программных комплексов автоматических и автоматизированных систем механосборочных производств | Демонстрирует частичное умение принимать нетрадиционные принципиальные технические решения при проектировании аппаратно-программных комплексов автоматических и автоматизированных систем механосборочных производств | Демонстрирует достаточно устойчивое умение принимать нетрадиционные принципиальные технические решения при проектировании аппаратно-программных комплексов автоматических и автоматизированных систем механосборочных производств | Демонстрирует устойчивое умение принимать нетрадиционные принципиальные технические решения при проектировании аппаратно-программных комплексов автоматических и автоматизированных систем механосборочных производств |
|  | <b>Владеть:<br/>КодВ1 (ОПК-4)</b><br>навыками анализа технологических процессов как объекта управления и выбора функциональных схем их автоматизации   | Отсутствие владения | Демонстрирует низкий уровень владения навыками анализа технологических процессов как объекта управления и выбора функциональных схем их автоматизации   | Демонстрирует удовлетворительный уровень владения навыками анализа технологических процессов как объекта управления и выбора функциональных схем их автоматизации   | Демонстрирует хороший уровень владения навыками анализа технологических процессов как объекта управления и выбора функциональных схем их автоматизации  | Демонстрирует высокий уровень владения навыками анализа технологических процессов как объекта управления и выбора функциональных схем их автоматизации   |
|  | <b>Владеть:<br/>КодВ2 (ОПК-4*)</b><br>проектирование аппаратно-программных комплексов автоматических и автоматизированных систем   | Отсутствие владения | Демонстрирует низкий уровень владения проектированием аппаратно-программных комплексов автоматических и автоматизированных систем   | Демонстрирует удовлетворительный уровень владения проектированием аппаратно-программных комплексов автоматических и автоматизированных систем   | Демонстрирует хороший уровень владения проектированием аппаратно-программных комплексов автоматических и автоматизированных систем  | Демонстрирует высокий уровень владения проектированием аппаратно-программных комплексов автоматических и автоматизированных систем   |



**ПК-19:** способностью участвовать в работах по моделированию продукции, технологических процессов, производств, средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством с использованием современных средств автоматизированного проектирования, по разработке алгоритмического и программного обеспечения средств и систем автоматизации и управления процессами.

| Уровень освоения компетенции         | Планируемые результаты обучения (показатели освоения компетенции)   | Критерии оценивания результатов обучения |  |  |  |   |
|--------------------------------------|---|--|--|--|--|---|
|                                      |   | 1  | 2  | 3  | 4  | 5   |
| Первый уровень (пороговый) (ПК-19)-I | <b>Знать:</b><br><b>КодЗ1 (ПК-19)</b><br>синтаксис и семантику алгоритмического языка программирования, принципы и методологию построения алгоритмов программных систем | Отсутствие знаний                        | Не знает или знает слабо, фрагментарно синтаксис и семантику алгоритмического языка программирования, принципы и методологию построения алгоритмов программных систем                | Удовлетворительно знает синтаксис и семантику алгоритмического языка программирования, принципы и методологию построения алгоритмов программных систем                 | Хорошо знает синтаксис и семантику алгоритмического языка программирования, принципы и методологию построения алгоритмов программных систем  | Демонстрирует свободное и уверенное знание синтаксиса и семантики алгоритмического языка программирования, принципов и методологии построения алгоритмов программных систем |
|                                      | <b>Уметь:</b><br><b>КодУ1 (ПК-19)</b><br>проектировать простые программные алгоритмы и реализовывать их с помощью современных средств программирования                  | Отсутствие умений                        | Демонстрирует частичное умение проектировать простые программные алгоритмы и реализовывать их с помощью современных средств программирования. Допускает множественные грубые ошибки. | Демонстрирует частичное умение проектировать простые программные алгоритмы и реализовывать их с помощью современных средств программирования. Допускает грубые ошибки. | Демонстрирует достаточно устойчивое умение проектировать простые программные алгоритмы и реализовывать их с помощью современных средств программирования. Допускает отдельные негрубые ошибки. | Демонстрирует устойчивое умение проектировать простые программные алгоритмы и реализовывать их с помощью современных средств программирования. Не допускает ошибок.         |
|                                      | <b>Владеть:</b><br><b>КодВ1 (ПК-19)</b><br>навыками проектирования простых программных алгоритмов   | Отсутствие владения                      | Демонстрирует низкий уровень владения навыками проектирования простых программных алгоритмов и реализации их   | Демонстрирует удовлетворительный уровень владения навыками проектирования простых программных ал-  | Демонстрирует хороший уровень владения навыками проектирования простых   | Демонстрирует высокий уровень владения навыками проектирования простых программных алгоритмов и реа-  |

|   |  |                     |   |   |  |  |
|---|--|---------------------|---|---|--|--|
|   | и реализации их на языке программирования  |                     | на языке программирования.<br>Допускает множественные грубые ошибки.  | горитмов и реализации их на языке программирования.<br>Допускает достаточно серьезные ошибки.   | программных алгоритмов и реализации их на языке программирования.<br>Допускает отдельные негрубые ошибки.  | лизации их на языке программирования.<br>Не допускает ошибок.  |
| Второй уровень<br>(углубленный)<br><b>(ПК-19)-П</b> | <b>Уметь:</b><br><b>КодУ2 (ПК-19*)</b><br>генерировать управляющие программы в автоматизированных системах проектирования технологических процессов и моделировать процесс обработки | Отсутствие умений   | Демонстрирует частичное умение.<br>Допускает множественные грубые ошибки.   | Демонстрирует частичное умение.<br>Допускает грубые ошибки.   | Демонстрирует достаточно устойчивое умение.<br>Допускает отдельные негрубые ошибки.  | Демонстрирует устойчивое умение.<br>Не допускает ошибок.   |
|   | <b>Владеть:</b><br><b>КодВ2 (ПК-19*)</b><br>программирование траекторий движения инструментов и режимов обработки;<br>компоновка управляющей программы                               | Отсутствие владения | Демонстрирует низкий уровень владения программированием траекторий движения инструментов и режимов обработки;<br>компонованием управляющей программы.<br>Допускает множественные грубые ошибки. | Демонстрирует удовлетворительный уровень владения программированием траекторий движения инструментов и режимов обработки;<br>компонованием управляющей программы.<br>Допускает достаточно серьезные ошибки. | Демонстрирует хороший уровень владения программированием траекторий движения инструментов и режимов обработки;<br>компонованием управляющей программы.<br>Допускает отдельные негрубые ошибки. | Демонстрирует высокий уровень владения программированием траекторий движения инструментов и режимов обработки;<br>компонованием управляющей программы.<br>Не допускает ошибок. |

- Описание шкал оценивания.

При балльно-рейтинговой системе все знания, умения и навыки, приобретаемые студентами в результате изучения дисциплины, оцениваются в баллах.

Оценка качества работы в рейтинговой системе является накопительной и используется для оценивания системной работы студентов в течение семестра.

По итогам работы в семестре студент может получить максимально **74** балла.

Распределение баллов по видам работ, формирующих рейтинговую оценку работы студента в течение семестра, осуществляется следующим образом:

| № | Вид работы                      | Сумма баллов |
|---|---------------------------------|--------------|
| 1 | Работа на практических занятиях | 17           |
| 2 | Контрольная работа ПР-2.3       | 20           |
| 3 | Контрольная работа ПР-2.4       | 20           |
| 4 | Аудиторные занятия (посещение)  | 17           |
|   | Итого:                          | 100          |

Промежуточной формой контроля во II-м семестре является экзамен.

Если к моменту окончания семестра студент набирает от **51** до **70** баллов, то он получает допуск к экзамену.

Если студент к моменту окончания семестра набирает от **61** до **70** баллов, то он может получить автоматическую оценку «удовлетворительно». При желании повысить свою оценку, студент имеет право отказаться от автоматической оценки и сдать экзамен.

Если студент не набрал минимального числа баллов (**51** балл), то он не получает допуск к экзамену.

На экзамене студент может заработать до **30** баллов.

Формирование экзаменационной оценки происходит следующим образом:

#### Соответствие рейтинговых баллов и академических оценок

| Общая сумма баллов за семестр | Итоговая оценка   |
|-------------------------------|---|
| 86-100                        | Отлично   |
| 71-85                         | Хорошо  |
| 51-70                         | Допуск к экзамену   |
| в том числе:                  |   |
| 61-70                         | Возможность получения автоматической оценки «удовлетворительно» |
| 51-60                         | Только допуск к экзамену  |
| 0-50 *                        | Неудовлетворительно (студент не допущен к экзамену)             |

- Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения, характеризующих этапы формирования компетенций и (или) для итогового контроля сформированности компетенции.

#### Образцы задач, предлагаемых в качестве контрольных заданий

1. Пусть функция задана таблично:

|   |   |     |     |
|---|---|-----|-----|
| x | 0 | 0.3 | 0.7 |
| y | 2 | 2.5 | 2.9 |

Требуется:

- построить линейный интерполяционный многочлен Лагранжа на отрезке [0.3; 0.7];
- построить квадратичный интерполяционный многочлен Лагранжа на отрезке [0; 0.7].
- все результаты изобразить графически.

2. Пусть функция задана таблично:

|   |      |     |     |
|---|------|-----|-----|
| x | -0.2 | 0.1 | 0.5 |
| y | 2.1  | 3.2 | 4.6 |

Требуется:

- с помощью линейной интерполяции найти  $y(0)$ ;
- с помощью квадратичной интерполяции найти  $y(0.2)$ .

3. Пусть функция задана таблично:

|   |   |     |     |
|---|---|-----|-----|
| x | 0 | 0.3 | 0.6 |
| y | 1 | 1.5 | 2.8 |

Требуется с помощью линейной интерполяции найти  $y(0.5)$ , предварительно построив интерполяционные многочлены Лагранжа и Ньютона. Сравнить результаты.

4. Пусть функция задана таблично:

|   |   |     |     |
|---|---|-----|-----|
| X | 0 | 0.2 | 0.4 |
| y | 0 | 0.3 | 0.7 |

Требуется с помощью квадратичной интерполяции найти  $y(0.1)$ , предварительно построив интерполяционные многочлены Лагранжа и Ньютона. Сравнить результаты.

5. Пусть функция задана таблично:

|   |     |     |     |     |
|---|-----|-----|-----|-----|
| X | -2  | -1  | 0   | 1   |
| y | 1.1 | 2.1 | 3.2 | 3.9 |

Требуется построить интерполяционные многочлены  $L_3(x)$ ,  $N_3(x)$ .

Сравнить результаты.

6. Построить интерполяционный многочлен для функции  $f(x) = |x|$  по узлам  $-1; 0; 1$ .

7. Построить многочлен  $P_3(x) = a_0 + a_1x + a_2x^2 + a_3x^3$ , удовлетворяющий условиям:  $P_3(-1) = 0$ ,  $P_3(1) = 1$ ,  $P_3(2) = 2$ ,  $a_3 = 1$ .

8. Построить многочлен  $P_4(x) = a_0 + a_1x + a_2x^2 + a_3x^3 + a_4x^4$ , удовлетворяющий условиям:  $P_4(1) = P_4(-1) = P_4'(0) = P_4''(0) = 0$ ,  $P_4(0) = 1$ .

9. Найти наилучшее средневзвешенное приближение для таблично заданной функции:

|   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|
| X | 1 | 2 | 3 | 5 |
| y | 2 | 5 | 7 | 9 |

Если а)  $\varphi(x) = ax + b$ ; б)  $\varphi(x) = ax^2 + b$  используя формулы и опытным путем. Сравнить результаты и изобразить их графически.

10. Найти средневзвешенное отклонение для таблично заданной функции

|   |   |   |   |    |
|---|---|---|---|----|
| X | 4 | 6 | 7 | 9  |
| y | 3 | 5 | 8 | 11 |

Если а)  $\varphi(x) = ax + b$ ; б)  $\varphi(x) = ax^2 + bx$ .

### Список вопросов к экзамену

- Математическое моделирование. Понятие математического моделирования. Понятие системы в математическом моделировании.
- Классификация математических моделей в зависимости от сложности объекта моделирования
- Классификация математических моделей в зависимости от оператора модели (линейный, нелинейный, алгоритмический и др.)
- Классификация математических моделей в зависимости от параметров модели
- Классификация математических моделей в зависимости от целей моделирования
- Исследование особых точек дифференциального уравнения одной переменной  $\frac{dx}{dt} = F(x)$ .
- Исследование качественной структуры особых точек двух уравнений  $\begin{cases} \frac{dx}{dt} = P(x(t), y(t)) \\ \frac{dy}{dt} = Q(x(t), y(t)) \end{cases}$
- Понятие фазовых траекторий.
- Определение матрицы линеаризации.

- Получение характеристического уравнения.
- Классификация грубых особых точек через корни характеристического уравнения.
- Предельные циклы динамических систем.
- Модель конкуренции популяций. Постановка задачи.
- Модель конкуренции популяций. Особые точки и возможные конфигурации системы от параметров задачи.
- Модель конкуренции популяций. Анализ особых точек.
- Классификация колебательных систем.
- Линейная и нелинейная колебательная система.
- Сосредоточенные и точечные системы.
- Консервативные и неконсервативные системы.
- Консервативный осциллятор.
- Линейный осциллятор с затуханием.
- Классификация уравнений математической физики двух переменных.
- Физические процессы, описываемые уравнения эллиптического типа.
- Физические процессы, описываемые уравнения гиперболического типа.
- Физические процессы, описываемые уравнения параболического типа.
- Модели систем с элементами случайного поведения.
- Дискретные и непрерывные случайные величины.
- Генераторы случайных и псевдослучайных чисел.
- Моделирование случайных величин с заданным законом распределения.
- Теория метода Монте-Карло.
- Центральная предельная теорема
- Случайные величины с нормальным законом распределения.
- Моделирования случайных величин с нормальным законом распределения. Метод, основанный на центральной предельной теореме.
- задача интерполирования,
- задача аппроксимации.
- Интерполяция по Лагранжу.
- Сглаживание опытных данных методом наименьших квадратов

## 10 Ресурсное обеспечение

### • Перечень основной и дополнительной учебной литературы

#### *Основная учебная литература*

1. Лобанов, А. И. Математическое моделирование нелинейных процессов : учебник для вузов / А. И. Лобанов, И. Б. Петров. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 255 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-8897-0. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт. — URL: <http://biblio-online.ru/bcode/452200> (дата обращения: 13.04.2020). - Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
2. Моделирование систем и процессов : учебник для вузов / В. Н. Волкова [и др.] ; под редакцией В. Н. Волковой, В. Н. Козлова. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 450 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-7322-8. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт. — URL: <http://biblio-online.ru/bcode/450218> (дата обращения: 13.04.2020). - Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
3. Зализняк, В. Е. Введение в математическое моделирование : учебное пособие для вузов / В. Е. Зализняк, О. А. Золотов. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 133 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-12249-7. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт. — URL: <http://biblio-online.ru/bcode/447100> (дата обращения: 11.04.2020). - Режим доступа: ограниченный по логину и паролю

### *Дополнительная учебная литература*

1. Интерактивные системы Scilab, Matlab, Mathcad : учебное пособие / И.Е. Плещинская, А.Н. Титов, Е.Р. Бадертдинова, С.И. Дуев. – Казань : Казанский научно-исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2014. – 195 с. : табл., ил. – ISBN 978-5-7882-1715-4. — Текст : электронный // ЭБС "Университетская библиотека онлайн". - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=428781> (дата обращения: 11.04.2020).. Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
2. Боев, В. Д. Имитационное моделирование систем : учебное пособие для вузов / В. Д. Боев. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 253 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-04734-9. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт. — URL: <http://biblio-online.ru/bcode/453964> (дата обращения: 11.04.2020). - Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
3. Чикуров, Н.Г. Моделирование систем и процессов : учебное пособие / Н. Г. Чикуров. - М. : РИОР: ИНФРА-М, 2015. - 398с. : ил. - ISBN 978-5-16-006482-6.  
Чикуров, Н. Г. Моделирование систем и процессов: учебное пособие / Н.Г. Чикуров. - М.: РИОР: Инфра-М, 2019. - 398 с.: (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-106942-4. - Текст : электронный. // ЭБС "Znaniy.com". -URL: <https://new.znaniy.com/catalog/product/1010810> (дата обращения: 11.04.2020). - Режим доступа: ограниченный по логину и паролю

### • Периодические издания

1. Вестник Московского университета. Серия 15. Вычислительная математика и кибернетика: научный журнал / Учредитель: МГУ им. М.В. Ломоносова; гл. ред. академик РАН Моисеев Е.И. – М.: ФГБОУ ВО МГУ им. М.В. Ломоносова – Журнал выходит 2 раза в полуг. - Основан в 1977 году. – ISSN 0137-0782. – Текст : электронный. – Полные электронные версии статей журнала доступны по подписке на сайте научной электронной библиотеки «eLIBRARY.RU»: [https://www.elibrary.ru/title\\_about.asp?id=8373](https://www.elibrary.ru/title_about.asp?id=8373)
2. Дискретный анализ и исследование операций: научный журнал / Учредители: Сибирское отделение РАН, Институт математики им. С.Л. Соболева СО РАН; гл. ред. В.Л. Береснев. – Журнал выходит 6 раз в год. - Основан в 1994 году. - ISSN 1560-7542. – Текст : электронный. Полные электронные версии статей журнала доступны по подписке на сайте научной электронной библиотеки «eLIBRARY.RU»: [https://elibrary.ru/title\\_about.asp?id=25528](https://elibrary.ru/title_about.asp?id=25528)
3. Программные продукты и системы: международный научно-практический журнал / Учредитель: Куприянов В.П.; гл. ред. Савин Г.И. - Тверь: Центрпрограммсистем. – журнал выходит 2 раза в полуг. - Основан в 1988 году. – ISSN: 0236-235X. – Текст : электронный. – Полные электронные версии статей представлены на сайте журнала: <http://swsys.ru/>
4. Информационные технологии и вычислительные системы: научный журнал / Учредитель Федеральное государственное учреждение "Федеральный исследовательский центр "Информатика и управление" РАН; гл. ред. Попков Ю.С. - М.: ФГУ Федеральный исследовательский центр "Информатика и управление" РАН. – Журнал выходит 2 раза в полуг. – Основан в 1995 г. - ISSN 2071-8632. – Текст : электронный. Полные электронные версии статей журнала доступны по подписке на сайте научной электронной библиотеки «eLIBRARY.RU»: [https://www.elibrary.ru/title\\_about\\_new.asp?id=8746](https://www.elibrary.ru/title_about_new.asp?id=8746)
5. Открытые системы СУБД / Учредитель: ООО «Издательство «Открытые системы»; гл. ред. Д. Волков. – М.: Издательство «Открытые системы». – журнал выходит 2 раза в полуг. - Основан в 1993 году. – ISSN: 1028-7493. - – Текст : электронный. – Полные электронные версии статей представлены на сайте журнала: <https://www.osp.ru/os/archive>

- **Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

*Электронно-библиотечные системы и базы данных*

1. ЭБС «Znaniy.com»: <http://znaniy.com/>
2. ЭБС «Лань»: <https://e.lanbook.com/>
3. ЭБС «Юрайт»: <https://biblio-online.ru/>
4. ЭБС «Университетская библиотека онлайн»: <http://biblioclub.ru/>
5. Научная электронная библиотека (ПУНЭБ) «eLIBRARY.RU»: <http://elibrary.ru>
6. Национальная электронная библиотека (НЭБ): <http://нэб.пф/>
7. Базы данных российских журналов компании «East View»: <https://dlib.eastview.com/>

*Научные поисковые системы*

1. Math-Net.Ru - современная информационная система, предоставляющая российским и зарубежным математикам различные возможности поиска информации о математической жизни в России – <http://www.mathnet.ru/>
2. Google Scholar - поисковая система по научной литературе. Включает статьи крупных научных издательств, архивы препринтов, публикации на сайтах университетов, научных обществ и других научных организаций <https://scholar.google.ru/>
3. SciGuide - навигатор по зарубежным научным электронным ресурсам открытого доступа. <http://www.prometeus.nsc.ru/sciguide/page0601.ssi>
4. ArXiv.org - научно-поисковая система, специализируется в областях: компьютерных наук, астрофизики, физики, математики, квантовой биологии. <http://arxiv.org/>
5. WorldWideScience.org - глобальная научная поисковая система, которая осуществляет поиск информации по национальным и международным научным базам данных и порталам. <http://worldwidescience.org/>

*Профессиональные ресурсы сети «Интернет»*

1. Федеральная информационная система «Единое окно доступа к информационным ресурсам»: <http://window.edu.ru/>
2. Алгоритмы, методы, программы: [algotlist.manual.ru](http://algotlist.manual.ru).
3. Математический сайт Math.ru <http://math.ru/lib/>
4. Образовательный математический сайт EXPonent.ru <http://exponenta.ru>
5. OpenNet: [www.opennet.ru](http://www.opennet.ru).
6. Проект Инициативного Народного Фронта Образования - ИНФО-проект. Школа программирования Coding Craft: <http://codingcraft.ru/>.
7. Портал Life-prog: <http://life-prog.ru/>.
8. Сайт РАН Институт Вычислительной математики. <http://www.inm.ras.ru/>
9. Сервер министерства высшего образования [www.informika.ru](http://www.informika.ru);

- **Описание материально - технической базы**

Компьютерный класс - оборудование в собственности

## 11 Язык преподавания

Русский