

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



УТВЕРЖДАЮ
Декан РТФ

УТВЕРЖДАЮ /А.Н. Дедов/
(Ф.И.О. декана (директора института))

02.02.2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б.1.1.20 Моделирование систем управления

(код и наименование дисциплины по учебному плану)

Направление подготовки
(специальность)

27.03.04 Управление в технических системах

Квалификация выпускника

Бакалавр

(бакалавр/магистр/специалист)

Направленность

Управление и информатика в технических системах

Курс 2
Семестр 4

Распределение учебного времени

| | | |
|---|---------|-----------------------|
| Трудоемкость по учебному плану | 144 / 4 | часов/зачетных единиц |
| Лекции | 18 | часов |
| Лабораторные работы | 36 | часов |
| Практические занятия | - | часов |
| Иная контактная работа | - | часов |
| Всего контактной работы (без учета экз.) | 54 | часов |
| Контактная работа по экзамену | 6 | часов |
| Курсовой проект (работа) | - | семестр |
| Самостоятельная работа обучающихся (без учета экз.) | 54 | часов |
| Самостоятельная работа по подготовке к экзамену | 30 | часов |
| Экзамен | 4 | семестр |
| Зачет | - | семестр |
| БРК, ДЗ | - | семестр |

(год)

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО направления подготовки (специальности) 27.03.04 Управление в технических системах

Программу составили:

| | | | |
|---|-----------|-------------|----------------|
| заведующий кафедрой с ученой степенью кандидата наук | ПиП ЭВС | СОГЛАСОВАНО | Т.С. Буканова |
| (должность) | (кафедра) | | (И.О. Фамилия) |

РАССМОТРЕНА и ОДОБРЕНА на заседании кафедры, за которой закреплена дисциплина
Кафедра проектирования и производства электронно-вычислительных средств

| | | |
|------------------------|------------|----|
| (наименование кафедры) | | |
| 04.07.2022 | протокол № | 21 |
| (дата) | | |

| | | |
|---------------------|-------------|----------------|
| Заведующий кафедрой | СОГЛАСОВАНО | Т.С. Буканова |
| | | (И.О. Фамилия) |

Рабочая программа СОГЛАСОВАНА с факультетом (институтом), выпускающей(ими)
кафедрой(ами).

СООТВЕТСТВУЕТ действующей ОП.

| | | |
|---------------------|-------------|----------------|
| Заведующий кафедрой | СОГЛАСОВАНО | Т.С. Буканова |
| | | (И.О. Фамилия) |

Председатель методической комиссии факультета (института), в который входит
выпускающая кафедра

| | |
|-------------|----------------|
| СОГЛАСОВАНО | А.Н. Дедов |
| | (И.О. Фамилия) |

Эксперт(ы): Бастраков Александр Владиславович, заместитель главного инженера АО
"ММЗ"

Рабочая программа проверена и зарегистрирована в УМЦ 07.02.2022 г.

Специалист учебно-методического центра СОГЛАСОВАНО /Т.А. Смирнова/

Раздел 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является достижение планируемых результатов обучения, соответствующих установленным в ОПОП индикаторам достижения компетенций:

| Код и наименование компетенции | Код и наименование индикатора достижения компетенции | Результаты обучения |
|--|---|---|
| 1. ОПК-3 Способен использовать фундаментальные знания для решения базовых задач управления в технических системах с целью совершенствования в профессиональной деятельности | ОПК-3.2 Разрабатывает математическое описание технических объектов на основе полученных фундаментальных знаний профильных разделов математических и естественно-научных дисциплин (модулей) | знания: основные фундаментальные законы естественно-научных дисциплин, умения: использовать математический аппарат применительно к законам естественно-научных дисциплин навыки: описания простых физических систем и процессов с применением математического аппарата |
| | ОПК-3.3 Применяет принципы и методологию функционального, имитационного и математического моделирования систем и процессов | знания: область применения и особенности функционального, имитационного и математического моделирования систем и процессов умения: выбрать необходимые методы моделирования в конкретной ситуации в зависимости от требований к результату и наложенных ограничений навыки: использования математических методов на примере простых технических объектов |
| | ОПК-3.4 Применяет программные средства для моделирования объектов профессиональной деятельности | знания: различные пакеты прикладных программ для моделирования объектов профессиональной деятельности умения: выбрать программный продукт для проведения моделирования навыки: проведения моделирования объектов профессиональной деятельности с использованием программных средств |
| 2. ОПК-9 Способен выполнять эксперименты по заданным методикам и обрабатывать результаты с применением | ОПК-9.1 Выбирает инструментальные средства для проведения эксперимента и обработки результатов моделирования при решении конкретных технических задач | знания: основные положения и законы, применяемые при обработке экспериментальных данных умения: использовать методы анализа экспериментальных данных навыки: применения методов аппроксимации и интерполяции при анализе результатов моделирования |

| | | |
|---|--|---|
| современных информационных технологий и технических средств | ОПК-9.2 Использует методики математического и имитационного моделирования для проведения экспериментов | знания: основных положений и ограничений при проведении математического и имитационного моделирования умения: анализировать полученные экспериментальные данные с использованием методов математического и имитационного моделирования навыки: применения пакетов прикладных программ для проведения математического и имитационного моделирования |
| | ОПК-9.3 Готов к планированию и проведению экспериментов и интерпретации полученных результатов с применением современных информационных технологий и технических средств | знания: основы планирования и проведения эксперимента в сфере профессиональной деятельности умения: интерпретировать результаты полученных экспериментальных данных с использованием современных информационных технологий навыки: применения современных информационных технологий и технических средств для постановки, планирования, проведения и интерпретации полученных результатов эксперимента |

Раздел 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина относится к обязательной части ОПОП.

Дисциплина является обязательной

Для продолжения формирования заявленных компетенций необходимы знания предшествующих практик: Учебная практика. Научно-исследовательская работа (ОПК-3)

Изучаемая дисциплина является основой для продолжения формирования указанных компетенций в следующих дисциплинах: Теория автоматического управления (ОПК-3); практиках: Преддипломная практика (ОПК-3); государственной итоговой аттестации в форме: Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена (ОПК-3), Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы (ОПК-3), Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы (ОПК-9)

Раздел 3. ОПИСАНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Для формирования заявленных компетенций используются методологические технологии, реализующие деятельностный, личностно-ориентированный, практико-ориентированный подходы.

Основными стратегическими технологиями являются: лекционные занятия, практические и лабораторные занятия, процедуры самообучения

На достижение конкретных целей обучения направлены применяемые тактические технологии: задания, классическая лекция

Раздел 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

| Виды и темы занятий | Количество часов | Формируемые компетенции |
|---|------------------|-------------------------|
| Модели и моделирование | 20 | ОПК-3 |
| Лекция. Основные понятия теории моделирования. Классификация видов моделирования. Этапы создания математических моделей | 2 | |
| Лабораторная работа. Знакомство с MathCad. Простейшие вычисления. Решение задач линейной алгебры | 4 | |
| Лабораторная работа. Построение графиков, в т.ч. функций двух переменных | 4 | |
| Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение Изучение лекционного материала и подготовка к текущему контролю, выполнение лабораторной работы по разработке математической модели (по индивидуальному заданию) , подготовка к защите лабораторных работ, изучение дополнительного материала. | 10 | |
| Принципы и методы построения моделей объектов и | 36 | ОПК-3 |
| Лекция. Размерности величин. Методы обработки размерностей. | 2 | |
| Лекция. Подобие явлений. Теоремы подобия. | 2 | |
| Лекция. Методы получения математических моделей основе уравнения Ньютона и Лагранжа. | 2 | |
| Лекция. Получение моделей систем на основе уравнений Гамильтона. Уравнения балансовых соотношений. | 2 | |
| Лекция. Получение моделей технических объектов на микроуровне | 2 | |
| Лабораторная работа. Решение нелинейных уравнений и систем уравнений | 4 | |
| Лабораторная работа. Решение задач математического анализа | 4 | |
| Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение Изучение лекционного материала и подготовка к текущему контролю, выполнение лабораторной работы по разработке математической модели (по индивидуальному заданию) , подготовка к защите лабораторных работ, изучение дополнительного материала. | 18 | |
| Моделирование систем управления | 36 | ОПК-3 |
| Лекция. Методы расчёта статических (равновесных) режимов систем управления | 2 | |
| Лекция. Методы расчёта динамических (переходных) режимов систем управления | 2 | |
| Лабораторная работа. Решение обыкновенных дифференциальных уравнений | 4 | |
| Лабораторная работа. Решение задач оптимизации | 4 | |
| Лабораторная работа. Разработка математической модели технического объекта (по индивидуальному заданию) | 8 | |

| | | |
|---|-----------|-------|
| Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение Изучение лекционного материала и подготовка к текущему контролю, выполнение лабораторной работы по разработке математической модели (по индивидуальному заданию), подготовка к защите лабораторных работ, изучение дополнительного материала. | 16 | |
| Моделирование на основе экспериментальных данных | 16 | ОПК-9 |
| Лекция. Получение функциональных зависимостей на основе табличных данных. Интерполяция и аппроксимация. | 2 | |
| Лабораторная работа. Обработка результатов экспериментальных данных. Построение функциональных зависимостей. | 4 | |
| Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение Изучение лекционного материала и подготовка к текущему контролю, выполнение лабораторной работы по разработке математической модели (по индивидуальному заданию), подготовка к защите лабораторных работ, изучение дополнительного материала. | 10 | |
| Иная контактная работа: | 0 | |
| Подготовка к экзамену | 30 | |
| Проведение экзамена | 6 | |

Раздел 5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины "Моделирование систем управления" рекомендуется начать с ознакомления с рабочей программой, ее структурой и содержанием разделов. Учебный материал структурирован, изучение дисциплины осуществляется в тематической последовательности.

Занятия лекционного типа дают систематизированные знания по дисциплине "Моделирование систем управления", концентрируют внимание на наиболее сложных и важных вопросах. Во время лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала; обращать внимание на формулировки и категории, раскрывающие суть проблемы, явления или процесса; зафиксировать выводы и практические рекомендации. Подготовка к **занятиям лабораторным** включает ознакомление с планом лабораторного занятия; работу с конспектом лекций, выполнение домашнего задания, работу с учебной и учебно-методической литературой, научными изданиями и электронными образовательными ресурсами, рекомендованными рабочей программой дисциплины. Содержание **самостоятельной работы** определяется рабочей программой дисциплины, оценочными и методическими материалами, заданиями и указаниями преподавателя. Самостоятельная работа может осуществляться в аудиторной и внеаудиторной формах. Эффективным средством осуществления самостоятельной работы является электронная информационно-образовательная среда университета, которая обеспечивает доступ к образовательной программе, рабочей программе дисциплины, к электронным библиотечным системам, профессиональным базам данных и информационным справочным системам.

Изучение дисциплины включает выполнение лабораторных работ по индивидуальным заданиям.

Периодичность проведения, формы текущего контроля успеваемости, система оценивания хода освоения дисциплин представлены в рабочей программе.

Раздел 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Учебно-методическое обеспечение

| №№ п/п | Список используемой литературы | Количество экземпляров печатных изданий, имеющих в библиотеке, или электронный адрес издания (ресурса) в сети Интернет |
|---|---|---|
| УЧЕБНЫЕ, УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ И НАУЧНЫЕ ИЗДАНИЯ | | |
| 1. | Буканова, Татьяна Сергеевна. Моделирование систем управления [Текст] : учебное пособие : [для направлений подготовки бакалавров 27.03.04 "Управление в технических системах" и 11.03.03 "Конструирование и технология электронных средств"] / Т. С. Буканова, М. Т. Алиев; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образ. учреждение высш. образования "Поволж. гос. технол. ун-т". Йошкар-Ола: ПГТУ, 2017. - 143, [1] с. ISBN 978-5-8158-1899-6. Экземпляры: всего 27. | 27 / https://portal.volgatech.net/books/Bukanova_modelirovanie_sistem_upravlenia_2017.pdf |
| 2. | Дьяконов, Владимир Павлович. VisSim + MathCad + MATLAB. Визуальное математическое моделирование [Текст] : [практ. руководство] / В. П. Дьяконов. М.: СОЛОН-Пресс, 2011. - 383 с. ISBN 5-98003-130-8. Экземпляры: всего 15. | 15 |
| 3. | Советов, Борис Яковлевич. Моделирование систем [Текст] : [учеб. для студентов вузов по направлениям "Информатика и вычисл. техника" , "Информ. системы"] / Б. Я. Советов, С. А. Яковлев. 4-е изд., стер. М.: Высшая школа, 2006. - 342 с. ISBN 5-06-003860-2. Экземпляры: всего 20. | 20 |
| 4. | Тарасик, В. П. Математическое моделирование технических систем [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. П. Тарасик. Минск: Новое знание, 2013. - 584 с. ISBN 978-985-475-539-7. | http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=4324 |
| 5. | Воскобойников, Ю. Е. Основы вычислений и программирования в пакете MathCAD PRIME [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / Воскобойников Ю. Е., Задорожный А. Ф.; Задорожный А. Ф. 3-е изд., стер. Санкт-Петербург: Лань, 2023. - 224 с. ISBN 978-5-507-47815-6. | https://e.lanbook.com/book/327599 |
| 6. | Воскобойников, Ю. Е. Статистический анализ экспериментальных данных в пакетах MathCAD и Excel [Электронный ресурс] / Воскобойников Ю. Е. 2-е изд., стер. Санкт-Петербург: Лань, 2022. - 212 с. ISBN 978-5-507-45039-8. | https://e.lanbook.com/book/256109 |
| 7. | Кутузов, О. И. Моделирование систем. Имитационный метод [Текст] : Учебник для вузов / Кутузов О. И., Татарникова Т. М.; Кутузов О. И. Санкт-Петербург: Лань, 2024. - 224 с. ISBN 978-5-507-44696-4. | https://e.lanbook.com/book/365882 |
| 8. | Семенов, А. Д. Моделирование систем управления [Электронный ресурс] : учебник для вузов / Семенов А. Д., Юрков Н. К.; Семенов А. Д. 3-е изд., стер. Санкт-Петербург: Лань, 2024. - 328 с. ISBN 978-5-507-47351-9. | https://e.lanbook.com/book/362336 |

| ЭЛЕКТРОННЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ | | |
|-------------------------------------|---|---|
| 1. | Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU | http://elibrary.ru |
| 2. | Научная электронная библиотека «Киберленинка» | http://cyberleninka.ru |

6.2. Материально-техническая база и программное обеспечение

| №№ п/п | Аудитории для проведения учебных занятий, самостоятельной работы и проведения государственной итоговой аттестации | Перечень основного оборудования | Программное обеспечение |
|-----------|---|---|---|
| 1. | 502 (III) | Персональный компьютер в сборе PowerCool(Core i3-8100/H310/16GbDDR4/HDD 0.5Tb/23"6 АОС/кл.мышь/пач-корд 3м) (12), Принтер HP Laser Jet 1020 (1), Проектор мультимедийный Sanuo PLC-XD2600 (1), Экран настенный рулонный 200х200 см (1), Комплект учебной мебели (1) | Microsoft Windows Enterprise, Справочная правовая система "Консультант Плюс", Microsoft Office Standard, Агент Dr.Web, Комплект ГАРАНТ-Мастер, Microsoft Access, Microsoft Visio Professional, Microsoft Project Professional, Microsoft Visual Studio Enterprise, Комплект ПО для решения основных пользовательских задач, Mathcad University Classroom Perpetual - 40 |

Раздел 7. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ/ ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Критерии оценивания индикаторов достижения компетенций направлены на:

- усвоение теоретического материала (объем знаний, глубина усвоения), предусмотренного рабочей программой;
- умение излагать материал (четкость, грамотность изложения материала, точность и полнота воспроизведения учебного материала);
- умение применять теоретические знания при решении практических заданий.

Шкала оценивания представлена ниже.

| Уровень сформированности элементов компетенции | Критерии оценивания | Шкала оценивания |
|--|---|-------------------|
| Пороговый уровень | Обучающийся имеет знания основного материала, проявляет умение логично его излагать, но может допускать неточности в изложении материала, недостаточно правильные формулировки, испытывает затруднения в выполнении практических заданий. | удовлетворительно |
| Продвинутый уровень | Обучающийся твердо знает программный материал, излагает его грамотно и по существу, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно | хорошо |

| | | |
|-----------------|---|---------|
| | применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения | |
| Высокий уровень | Обучающийся глубоко и прочно усвоил программный материал, грамотно и логически стройно его излагает, дает исчерпывающие ответы на поставленные вопросы. В ответе тесно увязывается теория с практикой, при этом обучающийся не затрудняется с ответом при видоизменении задания, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, показывает знакомство с монографической литературой, периодическими изданиями, правильно обосновывает принятые решения, свободно владеет разносторонними навыками, приемами выполнения практических работ | отлично |

7.1. Текущий контроль успеваемости

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплины (модуля) и производится с применением технологии рейтингового контроля в соответствии с технологической картой дисциплины. Порядок составления технологической карты и алгоритм проведения процедуры оценивания видов деятельности обучающихся, направленных на освоение знаний, умений, навыков и/или опыта деятельности, по накопительной системе в баллах устанавливается положением о системе РИТМ в ФГБОУ ВО «ПГТУ»

7.2. Промежуточная аттестация обучающихся

Промежуточная аттестация обучающихся направлена на оценивание результатов обучения по дисциплине (модулю) и проводится с использованием фондов оценочных средств.

Примеры типовых контрольных заданий из базы фонда оценочных средств по образовательной программе.

Аппроксимация функции предполагает:

- приближение более простой функцией
- замену дискретной функцией
- описание интегро-дифференциальной функцией
- использование разложения в ряд

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Поволжский государственный технологический университет

«Утверждаю»

Зав. кафедрой ПиП ЭВС

_____/_____
« ____ » _____ 20__ г.

Экзаменационный билет №0

по дисциплине «Моделирование систем управления»
по направлению 27.03.04 (УИТС) очной формы

1. Классификация видов моделирования. Этапы создания математических моделей
2. Математическое моделирование. Получение моделей систем на основе уравнений балансовых соотношений

Перечень вопросов для проведения промежуточной аттестации

1. Классификация видов моделирования. Этапы создания математических моделей
2. Физическое моделирование. Анализ размерностей
3. Физическое моделирование. Подобие. Теоремы подобия.
4. Математическое моделирование. Методы получения математических моделей. Получение моделей систем на основе уравнения Ньютона
5. Математическое моделирование. Методы получения математических моделей. Получение моделей систем на основе уравнений Лагранжа (формализм Лагранжа).
6. Математическое моделирование. Методы получения математических моделей. Получение моделей систем на основе уравнений Гамильтона (формализм Гамильтона)
7. Математическое моделирование. Получение моделей систем на основе уравнений балансовых соотношений
8. Математические модели систем с распределенными параметрами. Пример
9. Методы расчёта статических (равновесных) режимов. Постановка задачи. Метод установления
10. Методы расчёта статических (равновесных) режимов. Постановка задачи. Итерационные методы
11. Общие сведения о численных методах расчёта динамических режимов. Постановка задачи. Метод Эйлера (или другой).
12. Общие сведения о численных методах расчёта динамических режимов. Постановка задачи. Метод Рунге-Кутты (или другой).