

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по науке и инновациям
д-р техн. наук проф.

В.Н. Кортаев

_____ 2017 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Математические методы и модели в интегрированных автоматизированных системах управления производственными процессами»

| | |
|--|---|
| Направление подготовки: | 09.06.01 Информатика и вычислительная техника |
| Направленность (профиль) программы аспирантуры: | Автоматизированные системы обработки информации и управления производственными процессами |
| Научная специальность | 05.13.06 Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (в промышленности) |
| Квалификация выпускника: | Исследователь. Преподаватель-исследователь |
| Выпускающая кафедра: | Автоматизация технологических процессов |
| Форма обучения: | Очная |
| Курс: <u>2</u> | Семестр: <u>3</u> |
| Трудоёмкость: | |
| Кредитов по рабочему учебному плану: | <u>3</u> ЗЕ |
| Часов по рабочему учебному плану: | <u>108</u> ч |
| Виды контроля: | Зачет - 3 семестр |


Пермь 2017

Рабочая программа дисциплины «Математические методы и модели в интегрированных автоматизированных системах управления производственными процессами» разработана на основании следующих нормативных документов:


- Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 875 от «30» июля 2014 г. по направлению подготовки 09.06.01 «Информатика и вычислительная техника»;
- Общая характеристика образовательной программы;
- Паспорт научной специальности 05.13.06 - Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами, разработанный экспертным советом Высшей аттестационной комиссии Министерства в связи с утверждением приказа Минобрнауки России от 25 февраля 2009 г. №59 «Об утверждении Номенклатуры научных специальностей, по которым присуждаются ученые степени» (редакция от 14 декабря 2015 года);
- Программа кандидатского минимума и паспорт научной специальности 05.13.06 - Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (в промышленности).

Рабочая программа дисциплины заслушана и утверждена на заседании кафедры АТП. Протокол от «30» сентября 2017 г. № 9.

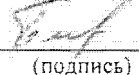
Заведующий кафедрой АТП,
д-р техн. наук, проф.


_____ А.Г. Шумихин
(подпись)


Разработчики программы:
д-р техн. наук, проф.


_____ А.Г. Шумихин
(подпись)

канд. техн. наук, доц.


_____ Б.Г. Стафейчук
(подпись)

Руководитель программы,
д-р техн. наук, проф.


_____ Р.А. Файзрахманов
(подпись)

СОГЛАСОВАНО:

Начальник УПКВК


_____ Л.А. Свисткова
(подпись)

1. Общие положения

1.1. Цель учебной дисциплины: формирование у аспирантов представления об общих методологических основах и принципах построения систем управления, углубленных профессиональных знаний о современных математических методах и моделях интегрированных автоматизированных систем управления производственными процессами, раскрытие кибернетических аспектов управления.

В процессе изучения данной дисциплины студент осваивает части следующих компетенций:

– способность к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области профессиональной деятельности (ОПК-3);

– владение средствами и методами проектирования математического, информационного, алгоритмического, лингвистического и других видов обеспечения автоматизированных систем обработки информации и управления производственными и технологическими процессами (ПК-1).

1.2. Задачи учебной дисциплины:

• **формирование знаний** о математическом описании динамических систем уравнениями пространства состояний и преобразовании математических моделей к форме уравнений пространства состояний, методах и алгоритмах оптимального управления динамическими объектами, методах аналитического конструирования оптимальных регуляторов, оптимальных стохастических системах стабилизации, системах экстремального регулирования, адаптивных системах с эталонной моделью, адаптивных наблюдателях, идентификационном и прямом алгоритмах адаптивного управления, методах идентификации в адаптивном управлении, проблеме робастного управления нестационарными объектами и параметрическом синтезе робастных систем управления;

• **формирование умений** постановки задач синтеза алгоритмов управления техническими и технологическими объектами, основанных на методах современной теории управления, приемами работы с алгоритмами, реализованными в системах компьютерной математики типа Matlab;

• **формирование навыков** применения полученных знаний при осуществлении исследований в области решения задач промышленной автоматизации сложных технологических процессов.

1.3. Предметом освоения дисциплины являются следующие объекты:

- математический аппарат, применяемый при разработке современных интегрированных систем управления;
- методы анализа фундаментальных свойств процессов в современных интегрированных системах управления;
- методы синтеза современных интегрированных систем управления производственными процессами.

1.4. Место учебной дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина Б1.В.ДВ.1.3 «Математические методы и модели в интегрированных автоматизированных системах управления производственными процессами» относится к дисциплине по выбору вариативной части блока 1 «Дисциплины (модули)» базового учебного плана.

Дисциплина предполагает наличие у аспирантов знаний по теории автоматического управления, алгоритмизации задач и программированию, основам информатики, автоматизированным системам управления в объеме программы высшего профессионального образования.

Дисциплина используется при подготовке к сдаче кандидатского экзамена по научной специальности 05.13.06 - Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами и выполнении научно-квалификационной работы (диссертации).

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Учебная дисциплина обеспечивает формирование частей компетенций ОПК-3, ПК-1

2.1 Дисциплинарная карта компетенции ОПК-5

| | |
|------------------|--|
| Код ОПК-3 | Формулировка компетенции способность к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области профессиональной деятельности |
|------------------|--|

| | |
|-------------------------------|---|
| Код ОПК-3. Б1.В.ДВ.1.3 | Формулировка дисциплинарной части компетенции Способность представлять итоги профессиональной деятельности по разработке новых методов исследования и их применению в виде отчетов, рефератов, оформленных в соответствии с предъявляемыми требованиями |
|-------------------------------|---|

Требования к компонентному составу части компетенции

| Перечень компонентов | Виды учебной работы | Средства оценки |
|--|--|------------------------------------|
| Знать: порядок представления итогов профессиональной деятельности в виде рефератов, в ходе проведения системного анализа и моделирования. | Практические занятия. Самостоятельная работа аспирантов по изучению теоретического материала. | Собеседование |
| Уметь: представлять итоги профессиональной деятельности в виде рефератов, в ходе проведения системного анализа и моделирования. | Практические занятия. Самостоятельная работа аспирантов (подготовка к лекциям, практическим занятиям) | Собеседование, творческое задание. |
| Владеть: приемами представления итогов профессиональной деятельности в виде рефератов, в ходе проведения системного анализа и моделирования. | Самостоятельная работа. | Собеседование, творческое. |

2.2 Дисциплинарная карта компетенции ПК-1

| | |
|-----------------|--|
| Код ПК-1 | Формулировка компетенции владение средствами и методами проектирования математического, информационного, алгоритмического, лингвистического и других видов обеспечения автоматизированных систем обработки информации и управления производственными и технологическими процессами |
|-----------------|--|

| | |
|------------------------------|--|
| Код ПК-1. Б1.В.ДВ.1.3 | Формулировка дисциплинарной части компетенции Способность применять методы, алгоритмы и инструментальные средства управления сложными технологическими процессами промышленных производств |
|------------------------------|--|

Требования к компонентному составу части компетенции

| Перечень компонентов | Виды учебной работы | Средства оценки |
|--|---|------------------------------------|
| Знать: знать методы и средства проведения научных исследований в области автоматизации и управления технологическими процессами, технологию разработки алгоритмического и программного обеспечения промышленных систем управления. | Практические занятия. Самостоятельная работа аспирантов по изучению теоретического материала. | Собеседование. |
| Уметь: выявлять, анализировать, формулировать и решать задачи, возникающие в ходе научно-исследовательской и педагогической деятельности, требующие углубленных профессиональных знаний; свободно ориентироваться в дискуссионных проблемах. | Практические занятия. Самостоятельная работа аспирантов (подготовка к практическим занятиям, выполнение творческого задания) | Собеседование, творческое задание. |
| Владеть: методами современной теории управления; приемами работы с алгоритмами, реализованными в системах специализированной компьютерной математики типа MATLAB. | Самостоятельная работа, выполнение творческого задания. | Собеседование, творческое задание |

3. Структура учебной дисциплины по видам и формам учебной работы

Объем дисциплины в зачетных единицах составляет 2 ЗЕ. Количество часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся указано в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Объем и виды учебной работы

| № п.п. | Виды учебной работы | Трудоёмкость, ч | |
|--------|--|------------------------|------------------------|
| | | 3 семестр | всего |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | Аудиторная (контактная работа) | 36 | 36 |
| | - в том числе в интерактивной форме | - | - |
| | - практические занятия (ПЗ) | 36 | 36 |
| | - в том числе в интерактивной форме | - | - |
| 2 | Контроль самостоятельной работы (КСР) | 4 | 4 |
| 3 | Самостоятельная работа аспирантов (СРА) | 72 | 72 |
| | - изучение теоретического материала | 36 | 36 |
| | - подготовка к аудиторным занятиям (практическим) | 18 | 18 |
| | - творческое задание | 18 | 18 |
| 4 | Итоговый контроль (промежуточная аттестация обучающихся) по дисциплине | зачет | - |
| 5 | Трудоёмкость дисциплины, всего: | | |
| | в часах (ч) в зачётных единицах (ЗЕ) | 108 3 | 108 3 |

4. Содержание учебной дисциплины

4.1 Модульный тематический план

Таблица 4.1 – Тематический план по модулям учебной дисциплины

| Номер учебного модуля | Номер темы дисциплины | Количество часов и виды занятий (очная форма обучения) | | | | | | | Трудоёмкость, час / ЗЕ | |
|-----------------------------------|-------------------------|--|----|-----------|----|-----|--------------------------|--------------------------------|------------------------|--------------|
| | | аудиторная работа | | | | КСР | Итого го- вый кон- троль | само- стоя- тель- ная рабо- та | | |
| | | все- го | ЛК | ПЗ | ЛР | | | | | |
| 1 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | |
| 1 | 1 | 2,0 | | 2,0 | | | | | 2,0 | |
| | 2 | 4,0 | | 4,0 | | | | 4,0 | 8,0 | |
| | 3 | 4,0 | | 4,0 | | | | 6,0 | 10,0 | |
| | 4 | 2,0 | | 2,0 | | | | 2,0 | 4,0 | |
| | 5 | 4,0 | | 4,0 | | | | 4,0 | 8,0 | |
| | 6 | 4,0 | | 4,0 | | | | 6,0 | 10,0 | |
| | Итого по модулю: | 20 | | 20 | | | 2 | | 22 | 42 |
| 2 | 7 | 4,0 | | 4,0 | | | | 4,0 | 8,0 | |
| | 8 | 4,0 | | 4,0 | | | | 4,0 | 8,0 | |
| | 9 | 4,0 | | 4,0 | | | | 4,0 | 8,0 | |
| | 10 | 4,0 | | 4,0 | | | | 4,0 | 8,0 | |
| | Итого по модулю: | 16 | | 16 | | | 2 | | 16 | 32 |
| 3 | 11 | | | | | | | 4,0 | 4,0 | |
| | 12 | | | | | | | 8,0 | 8,0 | |
| | 13 | | | | | | | 4,0 | 4,0 | |
| | Итого по модулю: | | | | | | | 16 | 16 | |
| Промежуточная аттеста- ция | | | | | | | | зачет | | |
| Всего: | | 36 | | 36 | | | 4 | 18 | 54 | 108/3 |

4.2 Содержание разделов и тем учебной дисциплины

Модуль 1. Модели современных систем управления

ПЗ – 20 час, СРА – 22 час, КСР-2 час.

Тема 1. Основные понятия теории управления.

ПЗ – 2,0 час.

Цели и принципы управления, динамические системы. Математическое описание объ- ектов управления: пространство состояний, передаточные функции, структурные схемы. Ос- новные задачи теории управления: стабилизация, слежение программное управление, опти- мальное управление, экстремальное регулирование.

Классификация систем управления. Автоматические и автоматизированные системы управления (АСУ) технологическими процессами (ТП) и производствами.

Основные подходы к анализу и синтезу автоматических и автоматизированных управ- ляемых систем.

Структуры систем управления: разомкнутые системы, системы с обратной связью, комбинированные системы. Задачи управления сложными системами. Локальные задачи управления. Блоки и алгоритмы устройств управления.

Тема 2. Математические модели вход-выход.

ПЗ – 4,0 час, СРА – 4 час.

Линейные модели вход-выход: аналитические модели, структурные модели, модели возмущенных систем.

Переходные процессы и характеристики моделей вход-выход: переходные процессы, процессы автономных систем, вынужденное движение, установившееся движение, статический режим.

Динамические и статические характеристики систем управления: переходная и весовая функции и взаимосвязь, частотные характеристики. Типовые динамические звенья, их характеристики.

Тема 3. Математические модели вход – состояние - выход (ВСВ).

ПЗ – 4 час, СРА – 6 час.

Понятие пространства состояний и модели состояние - выход: переменные состояния, модели состояние - вход и переходные процессы, свойства моделей состояние – выход.

Модели управляемых систем: модели вход – состояние – выход, передаточная функция (матрица) и структурные схемы моделей ВСВ.

Эквивалентные преобразования и канонические представления моделей ВСВ.

Тема 4. Устойчивость и структурные свойства систем управления.

ПЗ – 2,0 час, СРА – 2час.

Устойчивость систем управления: техническая устойчивость, понятия математической устойчивости, устойчивость возмущенных систем.

Устойчивость линейных стационарных систем. Критерии устойчивости: Ляпунова, Льенара - Шипара, Гурвица, Михайлова.

Устойчивость линейных систем с обратной связью: критерий Найквиста, большой коэффициент усиления.

Структурные свойства систем управления: управляемость линейных систем, наблюдаемость линейных систем. Дуальность управляемости и наблюдаемости.

Запас устойчивости и робастность систем автоматического управления: оценка запаса устойчивости систем управления по распределению корней характеристического уравнения, оценка запаса устойчивости систем управления по частотным характеристикам, грубость и робастность систем управления.

Тема 5. Качество систем управления.

ПЗ – 4,0час, СРА – 4час.

Задачи систем управления и показатели качества: показатели качества, оценка качества по переходным функциям, установившееся движение и точность, динамические показатели автономных систем.

Корневые методы исследования качества: расположение полюсов и теорема подобия, анализ быстродействия, оценка колебательности.

Оценка точностных показателей: разомкнутые и замкнутые системы, статические и астатические системы, точность при постоянных входных воздействиях, оценка точности в типовых режимах и метод коэффициентов ошибок.

Интегральные показатели точности управления.

Тема 6. Модели дискретных систем.

ПЗ – 4,0 час, СРА – 6час.

Классификация дискретных систем автоматического управления. Управления импульсных систем во временной области. Разомкнутые системы. Описание импульсного элемента. Импульсная характеристика приведенной непрерывной части. Замкнутые системы. Уравнения разомкнутых и замкнутых импульсных систем относительно решетчатых функций. Дискретные системы. Z-преобразование решетчатых функций и его свойства.

Дискретные модели динамических процессов: построение дискретных моделей вход – выход; передаточная, переходная и весовая функции импульсной системы; модели вход-состояние-выход.

Основные свойства дискретных систем: устойчивость дискретных систем, управляемость и наблюдаемость.

Качество дискретных систем управления: динамические показатели качества; оценка точностных показателей качества.

Модуль 2. Алгоритмы управления в базовых системах автоматизации производственными процессами

ПЗ – 16 ч, СРА – 16ч, КСР-2,0 ч.

Тема 7. Методы синтеза современных систем управления.

ПЗ – 4,0 час, СРА – 4час.

Общие принципы управления. Управление выходом и одноконтурные системы. Расчет САУ из условия минимизации выбросов. Расчет оптимальных параметров ПИ – регуляторов при ограничении на корневой показатель колебательности. Расчет оптимальных параметров настройки ПИ – регуляторов при ограничении на частотный показатель колебательности. Расчет оптимальных параметров настройки ПИД – регуляторов.

Расчет САУ из условия минимизации среднеквадратичного отклонения управляемой величины. Расчет оптимальных параметров регуляторов в системах высокой технологической работоспособности.

Синтез алгоритмов сложных структур систем управления. Системы с добавочным контролем вспомогательных регулируемых величин. Расчет параметров настройки системы с добавочной информацией о вспомогательных регулируемых величинах. Синтез систем с компенсацией возмущений.

Многомерные системы управления: расчет параметров систем несвязного регулирования многомерных объектов, автономные системы управления.

Регуляторы и системы управления состоянием: синтез алгоритма стабилизации и метод модального управления, стабилизация возмущенного объекта, синтез следящих систем.

Синтез наблюдателей состояния: наблюдатель полного порядка, расширенный наблюдатель, редуцированный наблюдатель возмущения. Регулятор выхода и принцип разделения.

Тема 8. Системы управления с цифровыми контроллерами.

ПЗ – 4,0 час, СРА – 4час.

Цифровые контроллеры и преобразования их математического описания к расчетному виду. Дискретные системы с непрерывной частью. Расчет оптимальных параметров настройки цифровых регуляторов.

Тема 9. Устойчивость нелинейных систем.

ПЗ – 4,0 час, СРА – 4час.

Основные понятия устойчивости: равновесные состояния и устойчивость; первый метод Ляпунова; второй метод Ляпунова; устойчивость линейных и линеаризованных систем.

Частичная устойчивость и устойчивость по выходу: устойчивость по части переменных; устойчивость по функции; устойчивость по выходу.

Пассивность и устойчивость по входу.

Тема 10. Релейные системы.

ПЗ – 4,0 час, СРА – 4час.

Релейные системы с нелинейным объектом управления. Скользящий режим.

Релейные системы с линейным объектом управления: условия устойчивости; скользящий режим и эквивалентное управление.

Модуль 3. Алгоритмы специальных систем управления

СРА – 16 ч.

Тема 11. Алгоритмы управления системам с последствием. (выносится на самостоятельное изучение)

СРА – 4 час.

Алгоритмы МРС в системах автоматизации технологических процессов.

Тема 12. Оптимальное управление и классические методы оптимизации. *(выносятся на самостоятельное изучение)*

СРА – 8 час.

Задачи оптимального управления. Простейшая задача вариационного исчисления. Задачи на условный экстремум. Теория Гамильтона: каноническая модель в гамильтоновой форме; синтез оптимального управления

Тема 13. Адаптация в системах управления. *(выносятся на самостоятельное изучение)*

СРА – 4 час.

Применение методов адаптации при синтезе систем управления и в процессе эксплуатации.

4.3 Перечень тем практических занятий

Таблица 4.2 – Темы практических занятий

| № п.п. | Номер темы дисциплины | Наименование темы практического занятия | Наименование оценочного средства | Представление оценочного средства |
|--------|-----------------------|---|------------------------------------|-----------------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 | 2,3,4,5 | Приобретение умений анализа аналоговых современных систем управления. | Собеседование, творческое задание. | Вопросы по темам дисциплины |
| 2 | 6 | Приобретение умений анализа дискретных современных систем управления. | Собеседование, творческое задание. | Вопросы по темам дисциплины |
| 3 | 7,8 | Приобретение умений синтеза современных систем управления. | Собеседование, творческое задание. | Вопросы по темам дисциплины |
| 4 | 9,10 | Приобретение умений анализа и синтеза нелинейных систем управления. | Собеседование, творческое задание. | Вопросы по темам дисциплины |

4.4 Перечень тем лабораторных работ

Лабораторные работы не предусмотрены.

4.5. Содержание самостоятельной работы аспирантов

Самостоятельная работа аспирантов заключается в подготовке к аудиторным занятиям, теоретическом изучении отдельных тем дисциплины и выполнении индивидуального творческого задания.

4.5.1. Тематика для самостоятельного изучения дисциплины:

Тема 11. Алгоритмы управления в системах с последствием.

Алгоритмы МРС в системах автоматизации технологических процессов.

Тема 12. Оптимальное управление и классические методы оптимизации.

Задачи оптимального управления. Простейшая задача вариационного исчисления. Задачи на условный экстремум. Теория Гамильтона: каноническая модель в гамильтоновой форме; синтез оптимального управления

Тема 13. Адаптация в системах управления.

Применение методов адаптации при синтезе систем управления и в процессе эксплуатации.

5. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины аспирантам целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Изучение дисциплины осуществляется в течение одного семестра, график изучения дисциплины приводится п.7.
5. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

6. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при которой учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя, которые нацелены на активизацию процессов усвоения материала, стимулирования ассоциативного мышления студентов и установления связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области; формируются группы (команды); каждое практическое занятие проводится по своему алгоритму. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем; отработка командных навыков взаимодействия; закрепление основ теоретических знаний с позиций системного представления.

7. Фонд оценочных средств дисциплины

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации аспирантов по дисциплине «Математические методы и модели в интегрированных автоматизированных системах управления производственными процессами» представлен в виде приложения к рабочей программе дисциплины.

8. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

8.1 Карта обеспеченности дисциплины учебно-методической литературой

| | | | | | | | | | |
|--|--|-------------------------------------|---------------------|--------------------------|--------------|-------------------------------------|-------------------------|-------------------------------------|---------------------|
| <p>Б1.В.ДВ.1.3 Математические методы и модели в интегрированных автоматизированных системах управления производственными процессами</p> | <p>БЛОК 1. Дисциплины (модули) (цикл дисциплины/блок)</p> | | | | | | | | |
| <p><i>(индекс и полное название дисциплины)</i></p> | <table border="0"> <tr> <td data-bbox="662 495 742 555" style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td data-bbox="742 495 1109 555">базовая часть цикла</td> <td data-bbox="1109 495 1189 555" style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td data-bbox="1189 495 1492 555">обязательная</td> </tr> <tr> <td data-bbox="662 555 742 629" style="text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/></td> <td data-bbox="742 555 1109 629">вариативная часть цикла</td> <td data-bbox="1109 555 1189 629" style="text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/></td> <td data-bbox="1189 555 1492 629">по выбору аспиранта</td> </tr> </table> | <input type="checkbox"/> | базовая часть цикла | <input type="checkbox"/> | обязательная | <input checked="" type="checkbox"/> | вариативная часть цикла | <input checked="" type="checkbox"/> | по выбору аспиранта |
| <input type="checkbox"/> | базовая часть цикла | <input type="checkbox"/> | обязательная | | | | | | |
| <input checked="" type="checkbox"/> | вариативная часть цикла | <input checked="" type="checkbox"/> | по выбору аспиранта | | | | | | |
| <p>09.06.01/05.13.06</p> | <p>Информатика и вычислительная техника / Автоматизированные системы обработки информации и управления производственными процессами</p> | | | | | | | | |
| <p><i>(код направления подготовки / код научной специальности)</i></p> | <p><i>(полное название направления подготовки / направленности программы)</i></p> | | | | | | | | |

2017

(год утверждения учебного плана ОПОП)

Семестр: 3 Количество аспирантов: 2

Химико-технологический
(факультет)

Автоматизация технологических процессов
(кафедра)

тел. 8(342) 239-15-06; atr@pstu.ru
(контактная информация)

8.2. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

| № | Библиографическое описание <i>(автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)</i> | Количество экземпляров в библиотеке+кафедре; местонахождение электронных изданий |
|--------------------------------------|--|--|
| 1 | 2 | 3 |
| 1 Основная литература | | |
| 1 | Дорф Р. Современные системы управления / Р. Дорф, Р. Бишоп; Пер. с англ. Б.И. Копылова. – М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2012 – 832 с.: ил. | 3 |
| 2 Дополнительная литература | | |
| 2.1 Учебные и научные издания | | |
| 1 | Ротач В.Я. Теория автоматического управления: Учебник для вузов. – М.: Изд-во МЭИ, 2008.– 400 с., ил. . | 15 |

| № | Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц) | Количество экземпляров в библиотеке+кафедре; местонахождение элек- тронных изданий |
|---|--|--|
| 1 | 2 | 3 |
| 2 | Теория автоматического управления: Учеб. для вузов /С.Е. Душин, Н.С. Зотов, Д.Х. Имаева и др.; Под ред. В.Б.Яковлева. – М.: Высшая школа, 2005.– 567с.: ил. | 50 |
| 3 | Методы классической и современной теории автоматического управления: учебное пособие для вузов: в 5 т. / Под ред. К.А. Пупкова.– 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004. | 1 т. – 17; 2 т. – 17; 3 т. –17; 4 т. – 17; 5 т. – 16 |
| 4 | Афанасьев В.Н. Математическая теория конструирования систем управления: Учеб. для вузов./ В.Н. Афанасьев, В.Б. Колмановский, В.Р. Носов. – М.: Высш. шк., 2003. -614с. | 52 |
| 5 | Квакернаак Х., Сиван Р. Линейные оптимальные системы управления. – М.: Мир. 1977. – 652с. | 1 |
| 6 | Олссон Г., Пиани Д. Цифровые системы автоматизации. – Спб.: Невский диалект, 2001. – 557с. | 3 |
| | Перельмутер В.М Пакеты расширения MATLAB. Control System Toolbox и Robust Control Toolbox –М: СОЛОН-ПРЕСС, 2008. -224 с: ил. | 5 |
| 7 | Практикум по теории автоматического управления: учебное пособие для вузов / Л.Д. Певзнер.— М.: Высш. шк., 2006.– 590 с.: ил. | 10 |
| 2.2 Периодические издания | | |
| 1 | Автоматика и телемеханика | |
| 2 | Известия Российской академии наук. Теория и системы управления | |
| 3 | Промышленные АСУ и контроллеры | |
| 2.3 Нормативно-технические издания | | |
| 1 | ГОСТ 7.32-2001. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления. | Техэксперт |
| 2.4. Официальные издания | | |
| | | |

8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

8.3.1. Лицензионные ресурсы¹

1. Электронная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных электрон. док., издан. в Изд-ве ПНИПУ] / Перм. нац. исслед. политехн. ун-т, Науч. б-ка. – Пермь, 2016. – Режим доступа: <http://elib.pstu.ru>, свободный. – Загл. с экрана.

¹ собственные или предоставляемые ПНИПУ по договору

2. Электронно-библиотечная система Издательство «Лань» [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : электрон. версии кн., журн. по гуманит., обществ., естеств. и техн. наукам] / Электрон.-библ. система «Изд-ва «Лань». – Санкт-Петербург, 2010-2016. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com>, по IP-адресам компьютер. сети Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

3. ProQuest Dissertations & Theses Global [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : дис. и дипломные работы на ин. яз. по всем отраслям знания] / ProQuest LLC. – Ann Arbor, 2016. – Режим доступа: <http://search.proquest.com/pqdtglobal/dissertations>, по IP-адресам компьютер. сети Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

4. Электронная библиотека диссертаций РГБ [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : электрон. версии дис. и автореф. дис. по всем отраслям знания] / Электрон. б-ка дис. – Москва, 2003-2016. – Режим доступа: <http://diss.rsl.ru>, компьютер. сеть Науч. б-ки Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

5. Cambridge Journals [Electronic resource : полнотекстовая база данных : электрон. журн. по гуманит., естеств., и техн. наукам на англ. яз.] / University of Cambridge. – Cambridge : Cambridge University Press, 1770-2012. – Режим доступа: <http://journals.cambridge.org/>. – Загл. с экрана. 11.

8.3.1.1. Информационные справочные системы

1. Справочная Правовая Система Консультант Плюс [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных правовой информ. : док., comment., кн., ст., обзоры и др.]. – Версия 4015.00.02, сетевая, 50 станций. – Москва, 1992–2016. – Режим доступа: Компьютер. сеть Науч. б-ки Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

2. Информационная система Техэксперт: Интранет [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных правовой информ. : законодат. и норматив. док., comment., журн. и др.] / Кодекс. – Версия 6.3.2.22, сетевая, 50 рабочих мест. – Санкт-Петербург, 2009-2013. – Режим доступа: Компьютер. сеть Науч. б-ки Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

8.3.2. Открытые интернет-ресурсы

1. Энциклопедия АСУ ТП – <http://bookasutp.ru>

8.4 Перечень программного обеспечения, в том числе компьютерные обучающие и контролирующие программы

Таблица 8.1 – Программы, используемые для обучения и контроля

| № п.п. | Вид учебного занятия | Наименование программного продукта | Рег. номер* | Назначение |
|--------|----------------------|------------------------------------|-------------|--|
| 1 | Практическое | MATLAB 7,9 Classroom | 568405 | Решение задач различных разделов курса |

9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

9.1. Специальные помещения и помещения для самостоятельной работы

Таблица 9.1 – Специализированные лаборатории и классы

| № п.п. | Помещения | | | Площадь, м ² | Количество посадочных мест |
|--------|--------------------|--------------------------|-----------------|-------------------------|----------------------------|
| | Название | Принадлежность (кафедра) | Номер аудитории | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 | Компьютерный класс | Кафедра АТП | 308А | 36 | 8 |
| 2 | Компьютерный класс | Кафедра АТП | 308Б | 36 | 8 |

9.2. Основное учебное оборудование

Таблица 9.2 – Учебное оборудование

| № п.п. | Наименование и марка оборудования (стенда, макета, плаката) | Кол-во, ед. | Форма приобретения / владения (собственность, оперативное управление, аренда и т.п.) | Номер аудитории |
|--------|---|-------------|--|-----------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 | Персональные компьютеры (Компьютер Aquarius) | 18 | Оперативное управление | 308А, 308Б |

Лист регистрации изменений

| № п.п. | Содержание изменения | Дата, номер протокола заседания кафедры. Подпись заведующего кафедрой |
|--------|----------------------|---|
| 1 | 2 | 3 |
| 1 | | |
| 2 | | |
| 3 | | |
| 4 | | |

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Пермский национальный исследовательский политехнический
университет» (ПНИПУ)



УТВЕРЖДАЮ
Проректор по науке и инновациям

В.Н. Коротяев
« » « » 2017г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

для проведения промежуточной аттестации аспирантов по дисциплине
«Математические методы и модели в интегрированных автоматизированных
системах управления производственными процессами»

(приложение к рабочей программе)

| | |
|---|---|
| Направление подготовки: | 09.06.01 Информатика и вычислительная техника |
| Направленность (профиль) программы аспирантуры: | Автоматизированные системы обработки информации и управления производственными процессами |
| Научная специальность | 05.13.06 Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (в промышленности) |
| Квалификация выпускника: | Исследователь. Преподаватель-исследователь |
| Выпускающая кафедра: | Автоматизация технологических процессов |
| Форма обучения: | Очная |

Курс: 2

Семестр: 3

Трудоёмкость:

Кредитов по рабочему учебному плану:

3 ЗЕ

Часов по рабочему учебному плану:

108 ч

Виды контроля: Зачет - 3 семестр

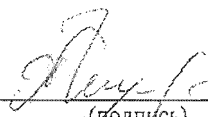
Пермь 2017 г.

Фонд оценочных средств (ФОС) для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Математические методы и модели в интегрированных автоматизированных системах управления производственными процессами» разработан на основании следующих нормативных документов:

- Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 875 от «30» июля 2014 г. по направлению подготовки 09.06.01 «Информатика и вычислительная техника»;
- Общая характеристика образовательной программы;
- Паспорт научной специальности 05.13.06 - Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами, разработанный экспертным советом Высшей аттестационной комиссии Министерства в связи с утверждением приказа Минобрнауки России от 25 февраля 2009 г. №59 «Об утверждении Номенклатуры научных специальностей, по которым присуждаются ученые степени» (редакция от 14 декабря 2015 года);
- Программа кандидатского минимума и паспорт научной специальности 05.13.06 - Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (в промышленности).

ФОС дисциплины заслушан и утвержден на заседании кафедры АТП. Протокол от «30» июля 2017 г. № 9.

Заведующий кафедрой АТП,
д-р техн. наук, проф.



(подпись) А.Г. Шумихин

Руководитель программы,
д-р техн. наук, проф.


(подпись) Р.А. Файзрахманов

СОГЛАСОВАНО:

Начальник УПКВК


(подпись) Л.А. Свисткова

1. Перечень формируемых частей компетенций, этапы их формирования и контролируемые результаты обучения

1.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Согласно основной профессиональной образовательной программе аспирантуры учебная дисциплина Б1.В.ДВ.1.3 «Математические методы и модели в интегрированных автоматизированных системах управления производственными процессами» участвует в формировании следующих дисциплинарных частей компетенций:

ОПК-3 – способность к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области профессиональной деятельности;

ПК-1 – владение средствами и методами проектирования математического, информационного, алгоритмического, лингвистического и других видов обеспечения автоматизированных систем обработки информации и управления производственными и технологическими процессами;

1.2 Этапы формирования компетенций

Освоение учебного материала дисциплины запланировано в 3-м семестре. Предусмотрены аудиторные практические занятия, а также самостоятельная работа аспирантов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты дисциплинарных компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в дисциплинарных картах компетенций в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения и являются показателями достижения заданного уровня освоения компетенций (табл. 1).

Таблица 1

Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине
(показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)

| Контролируемые результаты обучения по дисциплине (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций) | 3 семестр | |
|--|-----------|-------|
| | Текущий | Зачёт |
| Усвоенные знания | | |
| З.1 знать методы и средства проведения научных исследований в области автоматизации и управления технологическими процессами, технологию разработки алгоритмического и программного обеспечения промышленных систем управления; | С | ТВ |
| З.2 знать порядок представления итогов профессиональной деятельности в виде рефератов, в ходе проведения системного анализа и моделирования. | С | ТВ |
| Освоенные умения | | |
| У.1 уметь выявлять, анализировать, формулировать и решать задачи, возникающие в ходе научно-исследовательской и педагогической деятельности, требующие углубленных профессиональных знаний; свободно ориентироваться в дискуссионных проблемах; | С | ОТЗ |

| | | |
|---|--------|-----|
| У.2 уметь представлять итоги профессиональной деятельности в виде рефератов, в ходе проведения системного анализа и моделирования. | С | ОТЗ |
| Приобретенные владения | | |
| В.1 владеть методами современной теории управления; приемами работы с алгоритмами, реализованными в системах специализированной компьютерной математики типа MATLAB; | С, ОТЗ | ОТЗ |
| В.2 владеть приемами представления итогов профессиональной деятельности в виде рефератов, в ходе проведения системного анализа и моделирования. | С, ОТЗ | ОТЗ |

С – собеседование по теме; ТВ – теоретический вопрос; ТЗ – творческое задание с учетом темы научно-исследовательской деятельности; ОТЗ – отчет по творческому заданию.

Собеседование – средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с аспирантом на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.

Творческое задание - частично регламентированное задание, имеющее нестандартное решение и позволяющее диагностировать умения, интегрировать знания различных областей, аргументировать собственную точку зрения.

Итоговой оценкой освоения дисциплинарных частей компетенций (результатов обучения по дисциплине) является промежуточная аттестация в виде зачета (3 семестр), проводимая с учетом результатов текущего контроля.

2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

В процессе формирования заявленных компетенций используются различные формы оценочных средств текущего и промежуточного контроля.

Компоненты дисциплинарных компетенций, указанные в дисциплинарных картах компетенций в рабочей программе дисциплины, выступают в качестве контролируемых результатов обучения в рамках освоения учебного материала дисциплины: знать, уметь, владеть.

2.1 Текущий контроль

Текущий контроль для комплексного оценивания показателей знаний, умений и владений дисциплинарных частей компетенций (табл. 1) проводится в форме собеседования и защиты отчета о творческом задании.

• Собеседование

Для оценки **знаний** аспирантов проводится собеседование в виде специальной беседы преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной для выяснения объема знаний по определенному разделу, теме, проблеме.

Собеседование может выполняться в индивидуальном порядке или группой аспирантов.

Критерии и показатели оценивания собеседования отображены в шкале, приведенной в табл. 2.

Таблица 2

| Уровень освоения | Критерии оценивания уровня освоения учебного материала |
|------------------|---|
| Зачтено | Аспирант достаточно свободно использует фактический материал по заданному вопросу, умеет определять причинно-следственные связи событий, логично и грамотно, с использованием профессиональной терминологии обосновывает свою точку зрения. |
| Незачтено | Аспирант демонстрирует полное незнание материала или наличие бессистемных, отрывочных знаний, связанных с поставленным перед ним вопросом, при этом не ориентируется в профессиональной терминологии. |

• Защита отчета о творческом задании

Для оценки **умений и владений** аспирантов используется творческое задание, имеющее нестандартное решение и позволяющее интегрировать знания различных областей, аргументировать собственную точку зрения.

Творческие задания могут выполняться в индивидуальном порядке или группой аспирантов.

Критерии оценивания защиты отчета творческого задания отображены в шкале, приведенной в табл. 3.

Таблица 3

| Уровень освоения | Критерии оценивания уровня освоения учебного материала |
|------------------|---|
| Зачтено | Аспирант выполнил творческое задание успешно, показав в целом систематическое или сопровождающееся отдельными ошибками применение полученных знаний и умений , аспирант ориентируется в предложенном решении, может его модифицировать при изменении условия задачи. Аспирант может объяснить полностью или частично полученные результаты. |
| Незачтено | Аспирант допустил много ошибок или не выполнил творческое задание. |

2.2 Промежуточная аттестация

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего контроля. Промежуточная аттестация проводится в виде зачета (3 семестр). Задание к зачету содержит теоретический вопрос (ТВ) для проверки знаний и творческое задание (ТЗ) для проверки умений и владений заявленных дисциплинарных частей компетенций.

2.3 Шкалы оценивания результатов обучения при зачете:

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных дисциплинарных компетенций проводится по шкале оценивания «зачтено», «незачтено» путем выборочного контроля во время зачета.

Типовые шкалы и критерии оценки результатов обучения при сдаче зачета для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в табл. 4 и табл. 5.

Таблица 4

Шкала оценивания уровня знаний, умений и владений на зачете

| Оценка | Критерии оценивания |
|------------------|---|
| <i>Зачтено</i> | Аспирант продемонстрировал сформированные или содержащие отдельные пробелы знания при ответе на теоретический вопрос. Показал сформированные или содержащие отдельные пробелы знания в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов правильно. Аспирант выполнил творческое задание правильно или с небольшими неточностями. Показал успешное или сопровождающееся отдельными ошибками применение навыков полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов правильно. |
| <i>Незачтено</i> | При ответе на теоретический вопрос аспирант продемонстрировал фрагментарные знания . При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов. При выполнении творческого задания аспирант продемонстрировал частично усвоенное умение и применение полученных навыков при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неточностей. |

Таблица 5

Оценочный лист уровня сформированности дисциплинарных частей компетенций на зачете

| Итоговая оценка уровня сформированности дисциплинарных частей компетенций | Критерии оценивания компетенции |
|---|---|
| <i>Зачтено</i> | Аспирант получил по дисциплине оценку «зачтено» |
| <i>Незачтено</i> | Аспирант получил по дисциплине оценку «незачтено» |

3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине

Задания для текущего контроля и проведения промежуточной аттестации должны быть направлены на оценивание:

1. уровня освоения теоретических понятий, научных основ профессиональной деятельности;
2. степени готовности аспиранта применять теоретические знания и профессионально значимую информацию и оценивание сформированности когнитивных умений.
3. приобретенных умений, профессионально значимых для профессиональной деятельности.

Задания для оценивания когнитивных умений (знаний) должны предусматривать необходимость проведения аспирантом интеллектуальных действий:

- по дифференциации информации на взаимозависимые части, выявлению взаимосвязей между ними и т.п.;
- по интерпретации и творческому усвоению информации из разных источников, ее системного структурирования;
- по комплексному использованию интеллектуальных инструментов учебной дисциплины

для решения учебных и практических проблем.

При составлении заданий необходимо иметь в виду, что они должны носить практико-ориентированный комплексный характер и формировать закрепление осваиваемых компетенций.

4. Типовые контрольные вопросы и задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

4.1 Типовые теоретические вопросы для оценивания знаний на зачете по дисциплине:

1. Математические модели систем управления вход – выход.
2. Математические модели систем управления вход – состояние – выход.
3. Структурные свойства систем управления.
4. Синтез алгоритмов сложных структур систем управления. Проблемы взаимодействия подсистем.
5. Структура и особенности функционирования адаптивных систем управления.

4.2 Темы творческих заданий для оценивания приобретенных умений и владений на зачете по дисциплине определяются тематикой диссертационной работы:

1. Провести анализ современных систем управления технологическими процессами в массообменных аппаратах (ректификационная колонна, абсорбционная колонна,...) из условия минимизации энергетических затрат.
2. Провести анализ алгоритмов виртуальных анализаторов качества установок каталитического риформинга.
3. Провести анализ систем управления мощностью энергоблоков в режиме управления частоты энергосистемы.

Полный комплект вопросов и заданий для сдачи зачета в форме утвержденных билетов хранится на кафедре «Автоматизация технологических процессов».

Лист регистрации изменений

| № п.п. | Содержание изменения | Дата, номер протокола заседания кафедры. Подпись заведующего кафедрой |
|-----------|----------------------|---|
| 1 | 2 | 3 |
| 1 | | |
| 2 | | |
| 3 | | |
| 4 | | |