Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 26.09.2023 13:03:22
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета
химической технологии и биотехнологии
_____ / С.В. Белуков /
« 30 » августа 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Системы управления химико-технологическими процессами»

Специальность

18.05.01 «Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий»

Специализация **«Автоматизированное производство химических предприятий»**

Квалификация (степень) выпускника
Специалист

Форма обучения
Очная

Москва 2019 год

1. Цели освоения дисциплины

К **целью** освоения дисциплины «Системы управления химико-технологическими процессами» является

–получение представления о теоретических основах и современных методах разработки и эксплуатации систем управления технологическими процессами химических производств.

К **основным задачам** освоения дисциплины «Системы управления химико-технологическими процессами» следует отнести:

− получение представления об автоматизированном и автоматическом контроле технологических процессов химической технологии энергонасыщенных материалов и изделий;

− формирование знаний о современных принципах, методах и средствах контроля физических величин применительно к химическим производствам, видах погрешностей, метрологических характеристиках средств измерения;

− приобретение навыков проектирования систем автоматического контроля и управления;

− получение представления о форме и содержании проектной документации, касающейся разработки автоматизированных и автоматических систем.

2. Место дисциплины в структуре ООП специалитета

Дисциплина «Системы управления химико-технологическими процессами» относится к числу учебных дисциплин по выбору ООП специалитета. Освоение этой дисциплины дает знания, позволяющие выдавать технические задания на разработку и модернизацию систем управления химико-технологическими процессами, оценивать возможности имеющихся систем управления.

Дисциплина «Системы управления химико-технологическими процессами» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

В базовой части Блока 1 «Дисциплины (модули)»:

– «Высшая математика»;
– «Информатика»;
– «Метрология, стандартизация и сертификация»/ «Основы взаимозаменяемости».

В вариативной части Блока 1 «Дисциплины (модули)»:

– «Техника автоматизированного производства ЭНМ»;

Блок 3:

− Б.3.2 «Защита выпускной квалификационной работы».

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения дисциплины у обучающихся формируются следующие компетенции и должны быть достигнуты следующие результаты обучения как этап формирования соответствующих компетенций:

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ПК-15	способностью проектировать технологические процессы (в составе авторского коллектива), в том числе с использованием автоматизированных систем подготовки производства	**Знать:** основы автоматического контроля; математические основы теории управления и обработки технологических данных. **Уметь:** оценивать информационную производительность систем управления; работать с современными программными пакетами сбора, обработки, представления и хранения информации. **Владеть:** специальной терминологией и нормативной базой в области проектирования систем автоматизации; основными навыками работы с проектной документацией

		систем автоматизации химико-технологических производств.

3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы **(144 академических часа,** из них 90 часов – самостоятельная работа студентов) в девятом семестре. Структура и содержание дисциплины «Системы управления химико-технологическими процессами» по срокам и видам работы отражены в Приложении 1.

9 семестр:

Лекции – 1 час в неделю. Всего18 часов.

Семинары и практические задания – 1 час в неделю. Всего 18 часов.

Лабораторные работы – 1 час в неделю. Всего 18 часов.

Форма контроля – экзамен.

Введение

Предмет, задачи и содержание дисциплины. Цели и задачи функционирования АСУ. Основные структуры АСУ ТП, области их применения, достоинства и недостатки. Структура курса, его место и роль в подготовке специалиста, связь с другими дисциплинами.

Одноконтурные системы управления

Одноконтурные системы («по возмущению», «по отклонению»), сфера их применения, достоинства, недостатки. Основные законы регулирования, виды возмущений, показатели качества регулирования. Непрерывное, дискретное и импульсное управление.

Линейные системы управления

Линейные системы управления. Принцип суперпозиции. Основные типовые звенья. Одноконтурные системы управления, П-, И-, ПИ-, ПИД- законы управления. Каскадные системы управления, комбинированные системы управления, условия их реализуемости. Настройка систем управления, оценка устойчивости.

Нелинейные системы управления

Нелинейные системы управления. Фазовые портреты систем второго порядка. Метод изоклин, метод припасовывания. Релейные законы управления. Автоколебания, устойчивость автоколебаний.

Логические системы управления

Логические системы управления. Основы двоичной логики, правила преобразования логических выражений, взаимное соответствие логических схем и схем управления. Построение таблиц истинности и логических схем.

Технические средства автоматизации

Технические средства автоматизации. Датчики, преобразователи, контроллеры, исполнительные механизмы. Виды контролеров, цикл работы контроллеров. Блоки ввода/вывода. Особенности аналого-цифрового преобразования. Расчёт информационного потока. Понятие о стандартных языках программирования контролеров.

Регулирующие органы

Регулирующие органы. Регулирующие клапаны: выбор условного прохода и расходной характеристики. Сравнение пневматических и электромагнитных клапанов. Позиционеры. Особенности применения мембранных клапанов. Отсечные клапаны. НО, НЗ клапаны.

Основные технологии передачи сигналов в АСУ ТП

Основные технологии передачи сигналов в АСУ ТП. Стандартные сигналы 4–20 мА, 0–5 В, RS-485, HART-протокол, Modbus, Industrial Ethernet, Zig-Bee. Среды передачи, протоколы передачи данных. Эталонная модель взаимодействия открытых систем для промышленной автоматизации.

Системы управления технологическим процессом и предприятием

SCADA, MES и ERP системы. Иерархические системы управления, распределённые системы, системы на основе mesh-сетей. Порядок разработки АСУ ТП. Документы, используемые при проектировании. Разработка заданий на проектирование.

АСУ химическими и пожаро- взрывоопасными процессами

Особенности создания АСУ ТП в химческой промышленности: основные контуры регулирования технологических параметров процесса, контроль и обеспечение пожаро- и взрывобезопасности, автоматизированный контроль процесса, внесение управляющих воздействий.

Обеспечение безопасности АСУ ТП

Основные опасности технологического процесса. Особенности проектирования АСУ опасных производств: выбор исполнения электрооборудования, выбор алгоритма работы запорно-регулирующей арматуры, расчёт надёжности резервированных систем. Разработка задания на проектирование систем противоаварийной защиты.

Современные технологии управления

Использование встроенных адаптивных математических моделей; нейросетевых технологий, аппарата нечёткой логики, искусственного интеллекта.

4. Образовательные технологии

Методика преподавания дисциплины «Системы управления химико-технологическими процессами» и реализация компетентностного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование следующих активных и интерактивных форм проведения групповых, индивидуальных, аудиторных занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся:

– подготовка к лабораторным работам в аудиториях вуза;

– проведение контрольных работ.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определен главной целью образовательной программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием дисциплины «Системы управления химико-технологическими процессами» и в целом по дисциплине составляет 25% аудиторных занятий. Занятия лекционного типа составляют 33% от объема аудиторных занятий.

5. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Текущий контроль успеваемости проводятся по следующим критериям:

– активное участие в обсуждении заданий для практической работы, работа у доски;

– защита результатов выполнения лабораторных работ.

Образцы контрольных работ для текущего контроля, вопросов для подготовки к экзамену, экзаменационных билетов, приведены в Приложении 2.

6.1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

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

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать
ПК-15	способностью проектировать технологические процессы (в составе авторского коллектива), в том числе с использованием автоматизированных систем подготовки производства

В процессе освоения образовательной программы данные компетенции, в том числе их отдельные компоненты, формируются поэтапно в ходе освоения обучающимися дисциплин (модулей), практик в соответствии с учебным планом и календарным графиком учебного процесса.

6.1.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых по итогам освоения дисциплины (модуля), описание шкал оценивания

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю).

ПК-15 - способность проектировать технологические процессы (в составе авторского коллектива), в том числе с использованием автоматизированных систем подготовки производства				
Показатель	**Критерии оценивания**			
	2	**3**	**4**	**5**
знать: основы автоматического контроля; математические основы теории управления и обработки технологических данных.	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: основы автоматического контроля; математические основы теории управления и обработки технологических данных.	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: основы автоматического контроля; математические основы теории управления и обработки технологических данных. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: основы автоматического контроля; математические основы теории управления и обработки технологических данных, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: основы автоматического контроля; математические основы теории управления и обработки технологических данных, свободно оперирует приобретенными знаниями.
уметь: оценивать информацион	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих	Обучающийся демонстрирует частичное	Обучающийся демонстрируе

ную производительность систем управления; работать с современными программными пакетами сбора, обработки, представления и хранения информации.	умеет оценивать информационную производительность систем управления; работать с современными программными пакетами сбора, обработки, представления и хранения информации.	умений: оценивать информационную производительность систем управления; работать с современными программными пакетами сбора, обработки, представления и хранения информации. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации.	соответствие следующих умений: оценивать информационную производительность систем управления; работать с современными программными пакетами сбора, обработки, представления и хранения информации. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	т полное соответствие следующих умений: оценивать информационную производительность систем управления; работать с современными программными пакетами сбора, обработки, представления и хранения информации. Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
владеть: специальной терминологией и нормативной базой в области проектирования систем автоматизации; основными навыками работы с проектной документацией систем автоматизации химико-технологических производств.	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет специальной терминологией области систем автоматизации, автоматического контроля и мониторинга, контроля качества изделий и продукции.	Обучающийся владеет специальной терминологией области систем автоматизации, автоматического контроля и мониторинга, контроля качества изделий и продукции в неполном объеме, допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками по ряду показателей, Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.	Обучающийся частично владеет специальной терминологией области систем автоматизации, автоматического контроля и мониторинга, контроля качества изделий и продукции, навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Обучающийся в полном объеме владеет специальной терминологией области систем автоматизации, автоматического контроля и мониторинга, контроля качества изделий и продукции, свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.

Шкалы оценивания результатов промежуточной аттестации и их описание:
Форма промежуточной аттестации: экзамен.

Промежуточная аттестация обучающихся в форме экзамена проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

.

К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Системы управления химико-технологическими процессами» (прошли промежуточный контроль, выполнили и защитили лабораторные работы).

Шкала оценивания	**Описание**
Отлично	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Хорошо	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, но допускается незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации. Оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их, допуская при этом незначительные ошибки.
Удовлетворительно	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, при этом допускает значительные ошибки, демонстрирует недостаточность владения навыками по ряду показателей.
Неудовлетворительно	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на

	новые ситуации.

Фонды оценочных средств представлены в Приложении 2 к рабочей программе.

Учебно-методическое и информационное обеспечение

а) основная литература:

1. Ким, Д.П. Сборник задач по теории автоматического управления.
Линейные системы [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Д.П. Ким, Н.Д. Дмитриева. — Электрон. дан. — Москва : Физматлит, 2007. — 168 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/49080. — Загл. с экрана.
2.Сажин, С.Г. Приборы контроля состава и качества технологических сред [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2012. — 432 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/3552. — Загл. с экрана.
3. Сажин, С.Г. Средства автоматического контроля технологических параметров [Электронный ресурс] : учеб. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2014. — 368 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/50683. — Загл. с экрана.
4. Федоров, Ю.Н. Порядок создания, модернизации и сопровождения АСУТП [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — Вологда : "Инфра-Инженерия", 2011. — 566 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/65089. — Загл. с экрана.

б) дополнительная литература:

1. Федоров, Ю.Н. Справочник инженера по АСУТП: проектирование и разработка. Комплект в двух томах. Том 1. Учебно-практическое пособие [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Вологда : "Инфра-Инженерия", 2016. — 448 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/80330. — Загл. с экрана.
2. Федоров, Ю.Н. Справочник инженера по АСУТП: проектирование и разработка. Комплект в двух томах. Том 2. Учебно-практическое пособие [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Вологда : "Инфра-Инженерия", 2016. — 484 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/80331. — Загл. с экрана.
3. Задорожная, Н.М. Характеристики типовых звеньев систем автоматического регулирования [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Н.М. Задорожная, В.А. Дудоладов. — Электрон. дан. — Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2014. — 37 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/62016. — Загл. с экрана.

в) программное обеспечение и интернет-ресурсы:

Программное обеспечение не предусмотрено.

Интернет-ресурсы включают учебно-методические материалы в электронном виде, представленные на сайте e.lanbook.com в разделе «Библиотека» (*http://lib.mami.ru/ebooks/*).

Варианты контрольных заданий по дисциплине представлены на сайтах: *http://i-exam.ru, http:// fepo.ru.*

Полезные учебно-методические и информационные материалы представлены на сайтах: http://v.michm.ru/index.php/СУХТП

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Специализированная учебная лаборатория кафедры «Аппаратное оформление и автоматизация технологических производств» Ауд. АВ4403 оснащенная лабораторными стендами, демонстрационным оборудованием (проектор, экран, компьютеры с установленным ПО LabVIEW), набором измерительных преобразователей (для измерения температуры, давления, расхода, качества), контроллерами Siemens и Direct Logic.

9. Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов

Успешное изучение курса требует посещения лекций, активной работы на семинарских занятиях, выполнения всех учебных заданий преподавателя, ознакомления с основной и дополнительной литературой. Во время лекции студент должен вести краткий конспект. Дома самостоятельно работая с конспектом, студенту необходимо пометить материалы, которые вызывают затруднения для понимания. При этом обучающийся должен найти ответы на

вопросы, используя рекомендуемую литературу. Если ему самому не удается разобраться в материале, необходимо сформулировать вопросы и обратиться за помощью к преподавателю на консультации или ближайшей лекции. Обучающемуся необходимо регулярно отводить время для повторения пройденного материала, проверяя свои знания, умения и навыки по контрольным вопросам.

Каждый студент должен сам планировать свою самостоятельную работу, исходя из своих возможностей и приоритетов. Это стимулирует выполнение работы, создает более спокойную обстановку, что в итоге положительно сказывается на усвоении материала.

Важно полнее учесть обстоятельства своей работы, уяснить, что является главным на данном этапе, какую последовательность работы выбрать, чтобы выполнить ее лучше и с наименьшими затратами времени и энергии.

Для плодотворной работы немаловажное значение имеет обстановка, организация рабочего места. Нужно добиться, чтобы место работы по возможности было постоянным. Работа на привычном месте делает ее более плодотворной. Продуктивность работы зависит от правильного чередования труда и отдыха. Поэтому каждые час или два следует делать перерыв на 10-15 минут.

При самостоятельной проработке домашних заданий и написания индивидуальных работ студентам рекомендуется пользоваться библиотечным фондом литературы (учебниками и периодическими изданиями), а также методическими указаниями по выполнению самостоятельных работ.

10. Методические рекомендации для преподавателя

Основным требованием к преподаванию дисциплины является творческий, проблемно-диалоговый интерактивный подход, позволяющий повысить интерес студентов к содержанию учебного материала.

Основная форма изучения и закрепления знаний по этой дисциплине – лекционная и практическая. Преподаватель должен последовательно вычитать студентам ряд лекций, в ходе которых следует сосредоточить внимание на ключевых моментах конкретного теоретического материала, а также организовать проведение семинарских занятий таким образом, чтобы активизировать мышление студентов, стимулировать самостоятельное извлечение ими необходимой информации из различных источников, сравнительный анализ методов решений, сопоставление полученных результатов, формулировку и аргументацию собственных взглядов на многие спорные проблемы.

Основу учебных занятий по дисциплине составляют лекции. В процессе обучения студентов используются различные виды учебных занятий (аудиторных и внеаудиторных): лекции, семинарские занятия, консультации и т.д. На первом занятии по данной учебной дисциплине необходимо ознакомить студентов с порядком ее изучения, раскрыть место и роль дисциплины в системе наук, ее практическое значение, довести до студентов требования кафедры, ответить на вопросы.

При подготовке к лекционным занятиям по курсу «Системы управления химико-технологическими процессами» необходимо продумать план их проведения, содержание вступительной, основной и заключительной части лекции, ознакомиться с новинками учебной и методической литературы, публикациями периодической печати по теме лекционного занятия, определить средства материально-технического обеспечения лекционного занятия и порядок их использования в ходе чтения лекции. Уточнить план проведения практического занятия по теме лекции.

В ходе лекционного занятия преподаватель должен назвать тему, учебные вопросы, ознакомить студентов с перечнем основной и дополнительной литературы по теме занятия.

Во вступительной части лекции обосновать место и роль изучаемой темы в учебной дисциплине, раскрыть ее практическое значение. Если читается не первая лекция, то необходимо увязать ее тему с предыдущей, не нарушая логики изложения учебного материала. Лекцию

следует начинать, только чётко обозначив её характер, тему и круг тех вопросов, которые в её ходе будут рассмотрены.

В основной части лекции следует раскрывать содержание учебных вопросов, акцентировать внимание студентов на основных категориях, явлениях и процессах, особенностях их протекания. Раскрывать сущность и содержание различных точек зрения и научных подходов к объяснению тех или иных явлений и процессов. Следует аргументировано обосновать собственную позицию по спорным теоретическим вопросам. Приводить примеры. Задавать по ходу изложения лекционного материала риторические вопросы и самому давать на них ответ. Это способствует активизации мыслительной деятельности студентов, повышению их внимания и интереса к материалу лекции, ее содержанию. Преподаватель должен руководить работой студентов по конспектированию лекционного материала, подчеркивать необходимость отражения в конспектах основных положений изучаемой темы, особо выделяя категорийный аппарат.

В заключительной части лекции необходимо сформулировать общие выводы по теме, раскрывающие содержание всех вопросов, поставленных в лекции. Объявить план очередного семинарского или лабораторного занятия, дать краткие рекомендации по подготовке студентов к семинару или лабораторной работе. Определить место и время консультации студентам, пожелавшим выступить на семинаре с докладами и рефератами по актуальным вопросам обсуждаемой темы.

При этом во всех частях лекции необходимо вести диалог со студентами и давать студентам возможность дискутировать между собой.

Цель практических занятий обеспечить контроль усвоения учебного материала студентами, расширение и углубление знаний, полученных ими на лекциях и в ходе самостоятельной работы. Повышение эффективности практических занятий достигается посредством создания творческой обстановки, располагающей студентов к высказыванию собственных взглядов и суждений по обсуждаемым вопросам, желанию у студентов поработать у доски при решении задач.

После каждого лекционного и практического занятия сделать соответствующую запись в журналах учета посещаемости занятий студентами, выяснить у старост учебных групп причины отсутствия студентов на занятиях. Проводить групповые и индивидуальные консультации студентов по вопросам, возникающим у студентов в ходе их подготовки к текущей и промежуточной аттестации по учебной дисциплине, рекомендовать в помощь учебные и другие материалы, а также справочную литературу.

В лекционных или практических занятиях необходимо вести диалог со студентами и давать студентам возможность дискутировать между собой.

Преподаватель, принимающий экзамен, лично несет ответственность за правильность выставления оценки.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению подготовки специалистов **18.05.01 «Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий».**

Программу разработал:
к.т.н., доцент /Д.В. Зубов/

Программа утверждена на заседании кафедры «АОиАТП» « 26 » августа 2019 г. протокол № .

Заведующий кафедрой «АОиАТП»
профессор, д.т.н. /М.Б. Генералов/

Руководитель
образовательной программы /Н.С. Трутнев/

Приложение №1

Структура и содержание дисциплины **«Системы управления химико-технологическими процессами»** по специальности
18.05.01 Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий
Специализация «**Автоматизированное производство химических предприятий»**
(специалист)
очная форма обучения

n/n	Раздел	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость в часах					Виды самостоятельной работы студентов					Формы аттестации	
				Л	П/С	Лаб	СРС	КСР	К.Р.	К.П.	РГР	Реферат	К/р	Э	З
	Девятый семестр														
1.1	**Введение.** *Предмет, задачи и содержание дисциплины. Цели и задачи функционирования АСУ. Основные структуры АСУ ТП, области их применения, достоинства и недостатки. Структура курса, его место и роль в подготовке специалиста, связь с другими дисциплинами***.**	**9**	1	**2**											
1.2	Вводное занятие по лабораторному практикуму	9	2			2									
1.3	**Одноконтурные системы управления** *Одноконтурные системы («по возмущению», «по отклонению»), сфера их применения, достоинства, недостатки. Основные законы регулирования, виды возмущений, показатели качества регулирования. Непрерывное, дискретное и импульсное управление***.**	**9**	**3**	**2**									+		
1.4	*Лабораторная работа «*Измерение температуры»	9	4			2	2								

1.5	**Линейные системы управления** *Линейные системы управления. Принцип суперпозиции. Основные типовые звенья. Одноконтурные системы управления, П-, И-, ПИ-, ПИД- законы управления. Каскадные системы управления, комбинированные системы управления, условия их реализуемости. Настройка систем управления, оценка устойчивости.*	**9**	**5**	**2**									+		
1.6	*Лабораторная работа* «Использование ПКТ ОВЕН»	9	6			2	2								
1.7	**Нелинейные системы управления** *Нелинейные системы управления. Фазовые портреты систем второго порядка. Метод изоклин, метод припасовывания. Релейные законы управления. Автоколебания, устойчивость автоколебаний.*	**9**	**7**	**2**			5								
1.8	*Лабораторная работа* «ПКТ Siemens S7-300»	9	8			2	2								
1.9	**Логические системы управления** Логические системы управления. Основы двоичной логики, правила преобразования логических выражений, взаимное соответствие логических схем и схем управления. Построение таблиц истинности и логических схем.	**9**	**9**	**2**			5						+		
1.10	*Лабораторная работа* «Разработка логических систем управления на основе ПТК ОВЕН в среде CoDeSyS на языке LD».	9	10			2	2								
1.11	**Технические средства автоматизации** *Технические средства автоматизации. Датчики, преобразователи, контроллеры, исполнительные механизмы. Виды контролеров, цикл работы контроллеров. Блоки ввода/вывода. Особенности аналого-*	**9**	**11**	**2**											

	*цифрового преобразования. Расчёт информационного потока. Понятие о стандартных языках программирования контролеров***.**														
1.12	*Лабораторная работа* «Разработка систем управления в среде CoDeSyS на языках FBD и ST».	9	12		2		2								
1.13	**Регулирующие органы** *Регулирующие органы. Регулирующие клапаны: выбор условного прохода и расходной характеристики. Сравнение пневматических и электромагнитных клапанов. Позиционеры. Особенности применения мембранных клапанов. Отсечные клапаны. НО, НЗ клапаны.*	**9**	**13**	**2**			5								
1.14	*Лабораторная работа «Регулирующие органы*».	9	14			2	2								
1.15	**Основные технологии передачи сигналов в АСУ ТП** Основные технологии передачи сигналов в АСУ ТП. Стандартные сигналы 4–20 мА, 0–5 В, RS-485, HART-протокол, Modbus, Industrial Ethernet, Zig-Bee. Среды передачи, протоколы передачи данных. Эталонная модель взаимодействия открытых систем для промышленной автоматизации**.**	**9**	**15**	**2**											
1.16	*Лабораторная работа «Организация сети контроллеров».*	9	16			2	2								
1.17	**Системы управления технологическим процессом и предприятием** SCADA, MES и ERP системы. Иерархические системы управления, распределённые системы, системы на основе mesh-сетей. Порядок разработки АСУ ТП. Документы, используемые при проектировании. Разработка заданий на проектирование.	**9**	**17**	**2**			**7**								

1.18	*Лабораторная работа «Основы работы в среде LabVIEW».*	**9**													
1.19	**АСУ химическими и пожаро-взрывоопасными процессами** *Особенности создания АСУ ТП в химической промышленности: основные контуры регулирования технологических параметров процесса, контроль и обеспечение пожаро- и взрывобезопасности, автоматизированный контроль процесса, внесение управляющих воздействий.*	**9**	**17**	**2**			**7**								
1.20	*Лабораторная работа «Программирование ввода/вывода данных и моделирования технологических процессов в среде LabVIEW».*	**9**													
1.21	**Обеспечение безопасности АСУ ТП** *Основные опасности технологического процесса. Особенности проектирования АСУ опасных производств: выбор исполнения электрооборудования, выбор алгоритма работы запорно-регулирующей арматуры, расчёт надёжности резервированных систем. Разработка задания на проектирование систем противоаварийной защиты.*	**9**	**17**	**2**			**7**								
1.22	*Лабораторная работа «Работа в среде TraceMode».*	**9**													
1.23	**Современные технологии управления** *Использование встроенных адаптивных математических моделей; нейросетевых технологий, аппарата нечёткой логики, искусственного интеллекта.*	**9**	**17**	**2**			**7**								
1.24	*Лабораторная работа «Использование нейронных сетей».*														
	Форма аттестации	9	**19-21**											**Э**	

	Всего часов по дисциплине в восьмом семестре	9		18	18	18	90	144		+					

Заведующий кафедрой «АОиАТП»
профессор, д.т.н. /М.Б. Генералов/

Руководитель
образовательной программы /В.С. Трутнев/

Приложение 2

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Специальность: 18.05.01 ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ЭНЕРГОНАСЫЩЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ

ОП (специализация): «Автоматизированное производство химических предприятий»

Форма обучения: очная

Вид профессиональной деятельности:

проектная

.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

ПО ДИСЦИПЛИНЕ «Системы управления химико-технологическими процессами»

Состав: 1. Паспорт фонда оценочных средств

2. Описание оценочных средств:

Образец контрольной работы для рубежного контроля по курсу

Вопросы для подготовки к экзамену

Составитель:

Зубов Дмитрий Владимирович

Москва, 2019

Таблица 1

- **ПОКАЗАТЕЛЬ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ**

Общая и химическая технология					
ФГОС ВО **18.05.01 «Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий»**					
В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие **общепрофессиональные и профессиональные компетенции**:					
КОМПЕТЕНЦИИ		**Перечень компонентов**	**Технология формирования компетенций**	**Форма оценочного средства****	**Степени уровней освоения компетенций**
ИНДЕКС	**ФОРМУЛИРОВКА**				
ПК-15	способность проектировать технологические процессы (в составе авторского коллектива), в том числе с использованием автоматизированных систем подготовки производства	**Знать:** основы автоматического контроля; математические основы теории управления и обработки технологических данных. **Уметь:** оценивать информационную производительность систем управления; работать с современными программными пакетами сбора, обработки, представления и хранения информации. **Владеть:** специальной терминологией и нормативной базой в области проектирования систем автоматизации; основными навыками работы с проектной документацией систем автоматизации химико-технологических производств.	лекция, самостоятельная работа, семинарские занятия	К.Р.	**Базовый уровень** - воспроизводство полученных знаний в ходе текущего контроля **Повышенный уровень** - практическое применение полученных знаний в процессе подготовки к семинарским занятиям

**- Сокращения форм оценочных средств см. в Таблице 2.

Таблица 2

Перечень оценочных средств по дисциплине «Системы управления химико-технологическими процессами»

№ ОС	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Контрольная работа (К/Р)	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу	Комплект контрольных заданий по вариантам

Образцы контрольных работ для рубежного контроля

Тема Теоретические основы теории управления

Вариант 1 ……..…..…….

Задание 1. Перевести число 101 из шестнадцатеричной системы в двоичную.

Задание 2. Найти информационный поток: аудиосигнал, стерео, 16 бит, 22 кГц.

Задание 3. Принцип суперпозиции. Примеры

Задание 4. Одноконтурные системы управления. Показатели качества регулирования

Задание 5. Логические системы управления. Преобразование логических выражений.

Вариант 2 ……..…….…….

Задание 1. Перевести число 101 из троичной уравновешенной системы в десятичную.

Задание 2. Найти информационный поток: аудиосигнал, моно, 16 бит, 44 кГц.

Задание 3. Примеры линейных систем, их свойства.

Задание 4. Каскадные системы. Условия применимости. Преимущества.

Задание 5. Логические системы управления. Взаимосвязь с релейными схемами.

Вариант 3 ……..…….…….

Задание 1. Перевести число 101 из шестнадцатеричной системы в десятичную.

Задание 2. Найти информационный поток: 10 разрядный АЦП, период опроса – 10 секунд.

Задание 3. Понятие устойчивых и неустойчивых систем и состояний. Определение устойчивости состояний равновесия линейных систем.

Задание 4. Комбинированные системы. Условия применимости.

Задание 5. Логические системы управления. Взаимосвязь с таблицами истинности.

Вариант 4 ……..…….…….

Задание 1. Перевести число 101 из десятичной системы в двоичную.

Задание 2. Найти информационный поток: необходима точность измерения температуры не ниже 0,1 ºС, диапазон измерения – 0..100 ºС, период опроса – 1 минута.

Задание 3. Понятие фазового портрета. Примеры фазовых портретов систем второго порядка.

Задание 4. Системы управления с внутренней моделью. Условия применимости, преимущества и недостатки.

Задание 5. Логические системы управления. Синтез таблиц истинности.

Вариант 5 ……..…….…….

Задание 1. Перевести число 101 из шестнадцатеричной системы в восьмеричную.

Задание 2. Найти информационный поток: необходима точность измерения температуры не ниже 0,1 ºС, диапазон измерения – 0..150 ºС, период опроса – 0,5 минут.

Задание 3. Нелинейные системы. Автоколебания..

Задание 4. П, ПИ-, И-, ПИД- регуляторы.

Задание 5. Логические системы управления. Упрощение логических выражений.

Вариант 6 ……..…….…….

Задание 1. Перевести число 101 из восьмеричной системы в шестнадцатеричную.

Задание 2. Найти информационный поток: необходима точность измерения давления не ниже класса точности 0,5. диапазон измерения – 0..100 кПа, период опроса – 0,5 минут.

Задание 3. Системы “по возмущению” и ”по отклонению”. Преимущества и недостатки.

Задание 4. Нелинейные системы. Релейное регулирование.

Задание 5. Логические системы управления. Связь таблиц истинности со словесной постановкой задачи.

Критерии оценки:

- оценка «отлично» выставляется студенту, если по всем заданиям в целом даны правильные ответы, возможно с незначительными недочётами.
- оценка «хорошо» имеются отдельные ошибки в 1 – 2 заданиях при общем правильном ходе решения.
- оценка «удовлетворительно» если при общем правильном ходе решения/ответа есть существенные ошибки не более чем по 4 заданиям.
- оценка «неудовлетворительно» хотя бы по одному из заданий отсутствует или неправилен ответ, либо по всем заданиям есть существенные замечания.

Тема Практическая реализация систем автоматизированного управления
Вариант 1 ……..…..…….
Задание 1. Интерфейс 4–20 мА. Сфера применения, особенности.
Задание 2. Схема автоматизации химического реактора с рубашкой.
Задание 3. Принцип суперпозиции. Примеры
Задание 4. Одноконтурные системы управления. Показатели качества регулирования
Задание 5. Нечёткие системы управления.

Вариант 2 ……..…….…….
Задание 1. Интерфейс 0–20 мА. Сфера применения, особенности.
Задание 2. Схема автоматизации трубчатого химического реаткора.
Задание 3. Примеры SCADA систем, их функции.
Задание 4. Обеспечение пожаро- взрывобезопасности АСУТП.
Задание 5. Системы управления с нейронной сетью. Решаемые задачи..

Вариант 3 ……..…….…….
Задание 1. Интерфейс 0–10 В. Сфера применения, особенности.
Задание 2. Схема автоматизации ректификационной колонны.
Задание 3. Примеры micro SCADA систем, сфера их применения.
Задание 4. Обеспечение электробезопасности АСУТП.
Задание 5. Использование генетических алгоритмов в АСУТП..

Вариант 4 ……..…….…….
Задание 1. Интерфейс RS-485. Сфера применения, особенности.
Задание 2. Схема автоматизации печи.
Задание 3. Функции MES и ERP систем в биотехнологической промышленности.
Задание 4. Факторы риска в АСУТП.
Задание 5. Использование мягких вычислений в АСУТП.

Вариант 5 ……..…….…….
Задание 1. Интерфейс HART-протокол. Сфера применения, особенности.
Задание 2. Схема автоматизации складов.
Задание 3. Пакет LabVIEW. .
Задание 4. Работа ПАЗ.
Задание 5. Применение искусственного интеллекта в АСУТП.

Вариант 6 ……...…….……

Задание 1. ИнтерфейсZig Bee. Сфера применения, особенности.

Задание 2. Схема автоматизации систем теплоснабжения.

Задание 3. Иерархические, распределённые системы управления.

Задание 4. Обеспечение контроля доступа. Защита от проникновения. .

Задание 5. Адаптивные системы управления.

Критерии оценки:

- оценка «отлично» выставляется студенту, если по всем заданиям в целом даны правильные ответы, возможно с незначительными недочётами.
- оценка «хорошо» имеются отдельные ошибки в 1 – 2 заданиях при общем правильном ходе ответа.
- оценка «удовлетворительно» если при общем правильном ходе ответа есть существенные ошибки не более чем по 4 заданиям.
- оценка «неудовлетворительно» хотя бы по одному из заданий отсутствует или неправилен ответ, либо по всем заданиям есть существенные замечания.

Приложение 2.2

Вопросы для подготовки к экзамену по дисциплине «Системы управления химико-технологическими процессами»

1. Основные задачи управления технологическими процессами и производствами.
2. Системы АСУТП, АСКУЭ (SCADA, MES, ERP системы).
3. АСУТП непрерывными производствами.
4. АСУТП периодическими производствами.
5. АСУТП в химической промышленности.
6. АСУТП пожароопасными производствами.
7. Распределённые системы управления.
8. Одноконтурные системы регулирования. Критерии качества регулирования. П-, ПИ-, ПИД регуляторы.
9. Многоконтурные системы регулирования. Условия применимости, преимущества.
10. Работа ПЛК. Разрядность АЦП блоков ввода, точность представления измеренных значений технологических переменных. Представление данных в ЭВМ.
11. Языки стандарта МЭК 61131-3. Области применения, особенности, примеры.
12. Логические операции: унарные, бинарные. Понятие базиса. Таблицы истинности.
13. Отсечные клапаны, основные конструкции, характеристики. Интерфейсы связи с ПЛК.
14. Регулирующие клапаны, основные конструкции, характеристики. Интерфейсы связи с ПЛК.
15. Регуляторы прямого действия. Простейшие измерители-регуляторы, их настройка и связь с компьютером.
16. Понятие среды передачи данных, примеры протоколов физического уровня для различных технологий.
17. Основные виды беспроводных сетей в промышленной автоматизации. Беспроводные датчики. ZigBee
18. Промышленные интерфейсы и сети: HART, RS-485, Modbus, Profibus, Industrial Ethernet.
19. Основные алгоритмы регулирования.
20. Использование нечётких вычислений в задачах управления.
21. Применение нейронных сетей в задачах управления.
22. Обеспечение безопасности АСУТП.
23. Система управления периодическим процессом.
24. Система управления непрерывным процессом.
25. Автоматизация вспомогательных процессов производства.
26. Синтез логической схему управления.
27. Упрощение логического выражения закона управления.
28. Расчёт параметров регулирующих клапанов.
29. Расчёт генерируемого информационного потока.

Приложение 2.3

Пример экзаменационного билета за 9 семестр

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Факультет химической технологии и биотехнологии, кафедра «АО и АТП»
Дисциплина «Системы управления химико-технологическими процессами»
Образовательная программа 18.05.01 «Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий»,
специализация «Автоматизированное производство химических предприятий»
Курс 5, семестр 1

1. Основные задачи управления технологическими процессами и производствами.
2. Одноконтурные системы регулирования. Критерии качества регулирования. П-, ПИ-, ПИД регуляторы.
3. Найти информационный поток: необходима точность измерения температуры не ниже 0,1 ºС, диапазон измерения – 0..150 ºС, период опроса – 0,5 минут.

Утверждено на заседании кафедры «АОиАТП» «___» _____ 201__ г., протокол № ___.

Заведующий кафедрой «АОиАТП» / М.Б. Генералов /