

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



**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе


_____ Н.В.Лобов

« 09 » декабря 20 19 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: Анализ сложных химико-технологических систем как объектов
управления
_____ (наименование)

Форма обучения: _____ очная
(очная/очно-заочная/заочная)

Уровень высшего образования: _____ магистратура
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

Общая трудоёмкость: _____ 180 (5)
(часы (ЗЕ))

Направление подготовки: 15.04.04 Автоматизация технологических процессов и
производств
_____ (код и наименование направления)

Направленность: Автоматизация и управление химико-технологическими
процессами и производствами
_____ (наименование образовательной программы)

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель учебной дисциплины: ознакомление с математическими основами теории систем; формирование системы знаний, умений и навыков, необходимых для решения типовых задач анализа и синтеза сложных химико-технологических систем (ХТС) как объектов управления с применением соответствующих математических методов, прикладных программ систем компьютерной математики, необходимых для выполнения видов профессиональной деятельности.

Задачи учебной дисциплины:

изучение разделов математики, применяемых при математическом моделировании систем; типовых задач анализа, синтеза и управления ХТС и подходов к их решению; методов построения моделей исследуемых элементов ХТС; топологического метода анализа и топологических моделей ХТС, принципов расчета и оптимизации ХТС на основе применения топологических моделей. формирование умения построения и исследования математических моделей систем и процессов; формирование умения применять методы математического моделирования и анализа сложных ХТС как объектов управления в автоматизированных системах; применять топологические модели при расчете и оптимизации ХТС как объекта управления производством, выбирать программные продукты моделирования ХТС; формирование навыков применения математических методов при исследовании систем и процессов; навыков построения моделей ХТС и её элементов, решения задач с применением топологических моделей ХТС для расчета материальных и тепловых балансов, решения задач оптимизации процессов в элементах ХТС; навыков применения программных продуктов моделирования при анализе и разработке автоматизированных ХТС (АСУП).

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

Математическая модель. Статическая модель. Динамическая модель. Система. Сложная система. Управление. Управляемая система. Типовые задачи системотехники химических производств, подходы к их решению. Иерархия задач управления сложными ХТС, методы декомпозиции общей задачи управления, критерии оптимального управления. Поточковые, информационные и сигнальные графы как топологические модели ХТС. Стратегия исследования ХТС на основе топологических моделей. Компьютерные (программные) инструменты моделирования ХТС.

1.3. Входные требования

Не предусмотрены

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
-------------	-------------------	---	--	-----------------

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-1.1	ИД-1ПК-1.1	<p>Знает представление модели статической системы в виде матричного уравнения; представление модели динамической системы в виде дифференциального уравнения; типовые задачи анализа, синтеза и управления ХТС и подходы к их решению; методы построения моделей исследуемых элементов ХТС, идентификация процессов и явлений в ХТС как объекте управления; топологический метод анализа и топологические модели ХТС, принципы расчета и оптимизации ХТС на основе применения топологических моделей; методы и основные программные продукты моделирования элементов и структуры ХТС как объектов контроля и управления;</p>	<p>Знает основные методы анализа функционирования АСУП; национальную и международную нормативную базу в области проектирования АСУП</p>	Контрольная работа
ПК-1.1	ИД-2ПК-1.1	<p>Умеет находить решение, псевдорешение, обобщенное решение линейной модели; применять операционный метод для нахождения решения решения линейных стационарных динамических систем; применять методы математического моделирования и анализа сложных химико-технологических систем как объектов управления в автоматизированных системах; применять топологические модели при расчете и</p>	<p>Умеет применять основные методы анализа функционирования АСУП; решать задачи аналитического характера, предполагающих выбор и многообразие актуальных способов решения задач</p>	Отчёт по практическом у занятию

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		оптимизации ХТС как объекта управления производством; выбирать программные продукты моделирования ХТС.		
ПК-1.1	ИД-ЗПК-1.1	Владеет методами решения линейных систем; операционным методом; навыками построения моделей ХТС и её элементов, решения задач с применением топологических моделей ХТС для расчета материальных и тепловых балансов, решения задач оптимизации процессов в элементах ХТС; навыками применения программных продуктов моделирования при анализе и разработке автоматизированных ХТС (АСУП).	Владеет навыками разработки моделей технологических объектов и элементов АСУП	Экзамен

3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		2	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	72	72	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	32	32	
- лабораторные работы (ЛР)	36	36	
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)			
- контроль самостоятельной работы (КСР)	4	4	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	72	72	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен	36	36	
Дифференцированный зачет			
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	180	180	

4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
2-й семестр				
Математические модели процессов	4	4	0	8
Тема 1. Множества и операции над ними. Линейные векторные пространства. Функциональные пространства. Интегральные преобразования.				
Математические модели детерминированных статических систем.	4	4	0	10
Тема 2. Алгебраические уравнения как модели статических систем. Матричные нормы и операции многомерного дифференцирования. Псевдорешение и нормальное решение линейной статической модели. Псевдообратная матрица и обобщенное решение линейной модели.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Математические модели детерминированных динамических систем.	4	6	0	10
Тема 3. Дифференциальные уравнения как математические модели. Методы исследования линейных автономных систем. Методы исследования линейных неавтономных систем. Операционный метод исследования линейных стационарных систем. Дифференциальные уравнения с запаздывающим аргументом как математические модели. Методы решения дифференциальных уравнений с постоянным запаздыванием.				
Математические модели управляемых систем.	4	4	0	8
Тема 4. Математическая модель управляемой системы. Критерий качества. Ограничения на траекторию. Ограничения на управление. Оптимальное управление.				
Общая характеристика ХТС как объекта исследования при анализе функционирования АСУП.	9	10	0	18
Тема 5. Общая характеристика ХТС как объекта исследования. Основные понятия, термины, определения. Классификация ХТС по особенностям технологической топологии. Классификация ХТС по способу функционирования. Понятия малоотходных и ресурсосберегающих ХТС. Виды критериев эффективности ХТС. Основные свойства ХТС. Тема 6. Обзор типовых задач системотехники химических производств и основных подходов к их решению, иерархичность ХТС и задач управления. Анализ ХТС. Синтез оптимальной структуры ХТС. Управление ХТС. Моделирование элементов ХТС. Моделирование структуры ХТС. Расчет ХТС. Оценка свойств ХТС. Оптимизация ХТС. Уровни иерархии ХТС. Структура задач автоматизированного управления ХТС. Тема 7. Основные программные продукты для моделирования ХТС, их применение при расчете материально-энергетических балансов и определении числа степеней свободы ХТС. Обзор по применению программных продуктов PRO2, HYSYS, Design2, ChemCAD, UniSim при анализе и синтезе ХТС. Вид системы уравнений балансов. Совместность и определенность систем уравнений балансов ХТС. Понятие степени свободы ХТС. Определение числа степеней				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
свободы ХТС. Общая методика составления и решения систем уравнений балансов ХТС.				
Топологический метод анализа и топологические модели химико-технологических систем.	7	8	0	18
Тема 8. Топологический метод анализа и топологические модели химико-технологических систем, оптимальная стратегия исследования ХТС на их основе. Потоковые графы ХТС. Структурные графы ХТС. Информационно-потоковые мультиграфы ХТС. Информационные графы ХТС. Сигнальные графы ХТС. Расчет материальных и тепловых балансов ХТС на основе материальных и тепловых потоковых графов. Определение цикломатической матрицы. Циклические потоки ХТС. Тема 9. Принципы оптимизации ХТС на основе применения топологических моделей. Общая постановка задачи оптимизации. Этапы оптимизации ХТС. Организация вычислительных процедур при оптимизации ХТС. Многоуровневый метод оптимизации ХТС как объекта АСУП				
ИТОГО по 2-му семестру	32	36	0	72
ИТОГО по дисциплине	32	36	0	72

Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
1	Матричная форма записи систем с различным числом входов и выходов. Решение совместных систем. Нахождение псевдообратной матрицы и обобщенного решения линейной модели.
2	Решение линейных автономных систем. Решение линейных неавтономных систем. Решение стационарных систем операционным методом.
3	Решение дифференциальных уравнений с постоянным запаздыванием. Примеры процессов, для моделирования которых применяются дифференциальные уравнения с постоянным запаздыванием.
4	Устойчивость линейных систем. Критерий устойчивости.
5	Расчет условий в реакторе гидрирования олефинов в бензине коксования.
6	Расчет колонны деаэрации К-8 установки Л24-6 при загрузке по сырью 110 м3/ч
7	Расчет дополнительной вакуумной колонны для выделения дизельной фракции из гидроочищенного газойля из колонны 10-DA-201 установки гидрокрекинга.
8	Моделирование колонны стабилизации бензина К-4 установки АВТ-4.
9	Анализ математической модели нагревательно-фракционирующего блока и блока стабилизации бензина установки каталитического крекинга КК-1 (Топологический анализ ХТС).

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
10	Построение потоковых графов и матриц смежности ХТС (Топологический анализ ХТС).
11	Использование OLE-технологий при моделировании технологических процессов.

5. Организационно-педагогические условия

5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при котором учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом.

Проведение лабораторных занятий основывается на интерактивном методе обучения, при котором обучающиеся взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность учащихся в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности обучающихся на достижение целей занятия.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.

5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся 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 лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. 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. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
1. Основная литература		
1	Гумеров А. М. Математическое моделирование химико-технологических процессов : учебное пособие / А. М. Гумеров. - Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2014.	11
2	Месарович М. Общая теория систем: математические основы : пер. с англ. / М. Месарович, Я. Такаха. - Москва: Мир, 1978.	7

3	Панов В. А. Математические основы теории систем. Методы оптимизации : учебное пособие для вузов / В. А. Панов. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2011.	41
4	Певзнер Л.Д. Математические основы теории систем : учебное пособие для вузов / Л.Д. Певзнер, Е.П. Чураков. - М.: Высш. шк., 2009.	3
5	Самойлов Н. А. Примеры и задачи по курсу Математическое моделирование химико-технологических процессов. : учебное пособие / Н. А. Самойлов. - Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2013.	5
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1	Волкова В. Н. Теория систем и системный анализ : учебник для вузов / В. Н. Волкова, А. А. Денисов. - Москва: Юрайт, 2010.	9
2	Гартман Т.Н. Основы компьютерного моделирования химико-технологических процессов : учебное пособие для вузов / Т.Н. Гартман, Д.В. Клушин. - М.: Академкнига, 2008.	25
3	Иванов В. А. Математические основы теории оптимального и логического управления : учебное пособие для вузов / В. А. Иванов, В. С. Медведев. - Москва: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2011.	5
4	Кафаров В. В. Анализ и синтез химико-технологических систем : учебник для вузов / В. В. Кафаров, В. П. Мешалкин. - Москва: Химия, 1991.	17
5	Кафаров В. В. Математические основы автоматизированного проектирования химических производств : методология проектирования и теория разработки оптимальных технологических схем : учебное пособие для вузов / В. В. Кафаров, В. П. Мешалкин, В. Л. Петров. - Москва: Химия, 1979.	3
6	Кафаров В. В. Принципы математического моделирования химико-технологических систем : введение в системотехнику химических производств : учебное пособие для вузов / В. В. Кафаров, В. Л. Перов, В. П. Мешалкин. - Москва: Химия, 1974.	9
7	Певзнер Л. Д. Теория систем управления : учебное пособие для вузов / Л. Д. Певзнер. - Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2018.	4
8	Химико-технологические системы. Синтез, оптимизация и управление / Д. Бальцер [и др.]. - Ленинград: Химия, 1986.	5
2.2. Периодические издания		
	Не используется	
2.3. Нормативно-технические издания		
	Не используется	
3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины		
	Не используется	
4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента		
1	Гайдук А. Р. Математические основы теории систем автоматического управления / А. Р. Гайдук. - Москва: Испо-Сервис, 2002.	10
2	Качала В. В. Общая теория систем и системный анализ : учебник для вузов / В. В. Качала. - Москва: Горячая линия-Телеком, 2018.	1

6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	Панов В. А. Математические основы теории систем. Методы оптимизации : учебное пособие для вузов / В. А. Панов. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2011.	http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib3315	сеть Интернет; авторизованный доступ
Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов	Дударенко Н. А. Математические основы теории систем: лекционный курс и практикум / Дударенко Н. А., Нуйя О. С., Сержантова М. В., Слита О. В. - : НИУ ИТМО, 2014.	http://elib.pstu.ru/Record/lan70898	сеть Интернет; авторизованный доступ
Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов	Зубарев Ю. М. Математические основы управления качеством и надежностью изделий / Зубарев Ю. М. - : Лань, 2017.	https://e.lanbook.com/reader/book/91887/#1	сеть Интернет; авторизованный доступ

6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	Windows 10 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Dr.Web Enterprise Security Suite, 3000 лиц, ПНИПУ ОЦНИТ 2017
Прикладное программное обеспечение общего назначения	MATLAB 7.9 + Simulink 7.4 Academic, ПНИПУ 2009 г.
Системы управления проектами, исследованиями, разработкой, проектированием, моделированием и внедрением	SIMIT Simulation v9.1. Trainer Package (ХТФ лиц.доп.сог. CDL5260--)

6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)	https://elibrary.ru/

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	http://lib.pstu.ru/
Электронно-библиотечная система Лань	https://e.lanbook.com/
Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	http://www.consultant.ru/

7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лабораторная работа	Проектор, экран настенный; маркерная доска, компьютерные столы (10 шт.), персональные компьютеры (10 шт.)	1
Лекция	Мультимедиа комплекс (проектор, экран, ноутбук), доска, парты, стол преподавателя	1

8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе

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

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

**«Анализ сложных химико-технологических систем как объектов
управления»**

Приложение к рабочей программе дисциплины

Направление подготовки:	15.04.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»
Направленность (профиль) образовательной программы:	Автоматизация и управление химико-технологическими процессами и производствами
Квалификация выпускника:	магистр
Выпускающая кафедра:	Оборудование и автоматизация химических производств
Форма обучения:	очная
Курс: <u>1</u>	Семестр(ы): <u>2</u>
Трудоёмкость:	
Кредитов по рабочему учебному плану:	<u>5</u> ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану:	<u>180</u> ч
Форма промежуточной аттестации:	
Экзамен:	2 семестр

Пермь 2019 г.

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины.

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине разработан в соответствии с общей частью фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации основной образовательной программы, которая устанавливает систему оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине устанавливает формы и процедуры текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине, объекты оценивания и виды контроля

Согласно рабочей программы дисциплины (РПД) освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (2-го семестра учебного плана) и разбито на 6 учебных модулей (разделов). В каждом модуле предусмотрены аудиторские лекционные и лабораторные занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения по дисциплине (таблица 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала, выполнении заданий на практических занятиях, сдаче отчетов по лабораторным работам и экзамена.

Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1 – Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля					
	Текущий		Рубежный			Итоговый Экзамен
	С	ТО	ОЛР	РГР	Т/КР	
Усвоенные знания						
3.1 знать определение и примеры функциональных пространств	+					ТВ
3.2 знать представление модели статической системы в виде матричного уравнения; представление модели динамической системы в виде дифференциального уравнения	+				+	ТВ
3.3. знать математические методы обработки экспериментальных данных	+				+	ТВ
3.4 знать типовые задачи анализа, синтеза и управления ХТС и подходы к их решению;	+				+	ТВ
3.5 знать методы построения моделей исследуемых элементов ХТС, идентификация процессов и явлений в ХТС как объекте управления;	+				+	ТВ
3.6 знать топологический метод анализа и топологические модели ХТС, принципы расчета и оптимизации ХТС на основе применения топологических моделей;	+				+	ТВ

3.7 знать методы и основные программные продукты моделирования элементов и структуры ХТС как объектов контроля и управления;						+		ТВ
Освоенные умения								
У.1 уметь находить решение, псевдорешение, обобщенное решение линейной модели;							+	ПЗ
У.2 уметь применять операционный метод для решения линейных стационарных динамических систем;							+	ПЗ
У.3. уметь применять математические методы обработки экспериментальных данных;							+	ПЗ
У.4. уметь применять физико-математические методы при решении задач анализа, синтеза и оптимизации ХТС;							+	ПЗ
У.5. уметь применять методы математического моделирования и анализа сложных ХТС как объектов управления в автоматизированных системах;							+	ПЗ
У.6. уметь применять топологические модели при расчете и оптимизации ХТС как объекта управления производством;							+	ПЗ
У.7. уметь выбирать программные продукты моделирования ХТС.							+	ПЗ
Приобретенные владения								
В.1 владеть методами теории множеств;							+	ПЗ
В.2 владеть методами решения линейных систем; операционным методом;							+	ПЗ
В.3 владеть методом наименьших квадратов; методом Рао-Крамера; методом максимального правдоподобия;							+	ПЗ
В.4 владеть навыками построения моделей ХТС и её элементов, решения задач с применением топологических моделей ХТС для расчета материальных и тепловых балансов, решения задач оптимизации процессов в элементах ХТС;							+	ПЗ
В.5 владеть навыками использования программных продуктов моделирования автоматизированных ХТС (АСУП).							+	ПЗ

С – собеседование по теме; ТО – коллоквиум (теоретический опрос); ОЛР – отчет по лабораторной работе; Т/КР – рубежное тестирование (контрольная работа); РГР – расчетно-графическая работа; ТВ – теоретический вопрос; ПЗ – практическое задание;

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в виде экзамена, проводимая с учетом результатов текущего и рубежного контроля.

2. Виды контроля, типовые контрольные задания и шкалы оценивания результатов обучения

Текущий контроль успеваемости имеет целью обеспечение максимальной эффективности учебного процесса, управление процессом формирования заданных компетенций обучаемых, повышение мотивации к учебе и предусматривает оценивание хода освоения дисциплины. В соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в ПНИПУ предусмотрены следующие виды и периодичность текущего контроля успеваемости обучающихся:

- входной контроль, проверка исходного уровня подготовленности обучаемого и его соответствия предъявляемым требованиям для изучения данной дисциплины;
- текущий контроль усвоения материала (уровня освоения компонента «знать» заданных компетенций) на каждом групповом занятии и контроль посещаемости лекционных занятий;
- промежуточный и рубежный контроль освоения обучаемыми отдельных компонентов «знать», «уметь» заданных компетенций путем компьютерного или бланчного тестирования, контрольных опросов, контрольных работ (индивидуальных домашних заданий), защиты отчетов по лабораторным работам, рефератов, эссе и т.д.

Рубежный контроль по дисциплине проводится на следующей неделе после прохождения модуля дисциплины, а промежуточный – во время каждого контрольного мероприятия внутри модулей дисциплины;

- межсессионная аттестация, единовременное подведение итогов текущей успеваемости не менее одного раза в семестр по всем дисциплинам для каждого направления подготовки (специальности), курса, группы;
- контроль остаточных знаний.

2.1 Текущий контроль усвоения материала

Текущий контроль усвоения материала в форме собеседования или выборочного теоретического опроса студентов. Результаты по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

2.2 Рубежный контроль

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, освоенных умений и приобретенных владений (таблица 1.1) проводится в форме защиты отчетов по лабораторным работам и рубежных контрольных работ (после изучения модуля (раздела) учебной дисциплины).

2.2.1 Выполнение и защита отчетов по лабораторным работам

Всего запланировано 11 лабораторных работ. Темы лабораторных работ приведены в РПД. На лабораторной работе каждому студенту дается индивидуальное задание, отличающееся числовыми исходными данными. Защита отчетов проводится каждым студентом индивидуально.

Типовые шкалы и критерии оценки приведены в общей части ФОС образовательной программы.

Результаты защиты выполненных лабораторных работ по 4-х балльной шкале оценивания знаний и умений заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

2.2.2. Защита расчетно-графических работ

Всего запланировано 2 расчетно-графические работы.

Защита расчетно-графической работы проводится индивидуально каждым студентом или группой студентов.

Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС образовательной программы.

Результаты защиты выполненных лабораторных работ по 4-х балльной шкале оценивания знаний и умений заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

2.2.3. Рубежная контрольная работа

Согласно РПД запланировано четыре рубежные контрольные работы (КР) после освоения студентами учебных модулей (разделов) дисциплины.

Первая КР по разделу 2 «Математические модели детерминированных статических систем», вторая КР – по разделу 3 «Математические модели детерминированных динамических систем». КР №3 – по разделу 5 «Общая характеристика ХТС как объекта исследования при анализе функционирования АСУП», КР №4 – по разделу 6 «Топологический метод анализа и топологические модели химико-технологических систем».

Типовые задания к контрольной работе №1:

1. Найти псевдорешение и нормальное решение линейное статической модели.
2. Найти псевдообратную матрицу и обобщенное решение линейной модели.

Типовые задания к контрольной работе №2:

1. Операционный метод исследования линейных стационарных систем.
2. Методы решения дифференциальных уравнений с постоянным запаздыванием.

Типовые вопросы к контрольной работе №3.

1. Классификация ХТС по особенностям технологической топологии.
2. Классификация ХТС по способу функционирования.
3. Понятия малоотходных и ресурсосберегающих ХТС.
4. Виды критериев эффективности ХТС.
5. Основные свойства ХТС.
6. Анализ ХТС.
7. Синтез оптимальной структуры ХТС.
8. Управление ХТС.
9. Моделирование элементов ХТС.
10. Моделирование структуры ХТС.
11. Расчет ХТС.
12. Оценка свойств ХТС.
13. Оптимизация ХТС.
14. Уровни иерархии ХТС.
15. Структура задач автоматизированного управления ХТС.
16. Обзор по применению программных продуктов PRO2, HYSYS, Design2, ChemCAD, UniSim при анализе и синтезе ХТС.
17. Общий вид системы уравнений балансов. Совместность и определенность систем уравнений балансов ХТС. Понятие степени свободы ХТС. Определение числа степеней свободы ХТС. Общая методика составления и решения систем уравнений балансов ХТС.

Типовые вопросы к контрольной работе №4.

1. Потокковые графы ХТС.
2. Структурные графы ХТС.
3. Информационно-потокковые мультиграфы ХТС.
4. Информационные графы ХТС.
5. Сигнальные графы ХТС.
6. Расчет материальных и тепловых балансов ХТС на основе материальных и тепловых потокковых графов. Определение цикломатической матрицы. Циклические потоки ХТС.
7. Общая постановка задачи оптимизации. Этапы оптимизации ХТС. Организация вычислительных процедур при оптимизации ХТС. Многоуровневый метод оптимизации ХТС.
8. Совокупность понятий, необходимых для представления организационно-технической системы.

Типовые шкала и критерии оценки результатов рубежной контрольной работы приведены в общей части ФОС образовательной программы.

Результаты рубежных (промежуточных) контрольных работ по 4-балльной шкале оценивания знаний, умений и владений заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации по дисциплине.

2.3. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)

Формой промежуточной аттестации по дисциплине является экзамен.

К сдаче экзамена допускаются студенты, которые выполнили:

- весь объем самостоятельной работы, предусмотренный заданиями для практических занятий;
- успешно защитили отчеты по лабораторным работам, предусмотренные рабочей программой;
- аттестованы по результатам рубежного контроля, предусмотренного рабочей программой.

Экзамен проводится в устной или письменной форме по экзаменационным билетам. Билет включает теоретические вопросы и практическое задание.

Экзаменатору предоставляется право задавать студенту дополнительные вопросы по программе данного курса.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролирующие уровень сформированности всех заявленных компетенций. Некоторые типовые вопросы и задания для экзамена приведены в п. 2.3.1.

Форма билета представлена в общей части ФОС образовательной программы

2.3.1. Типовые вопросы и задания для экзамена по дисциплине

1. Нечеткие множества и операции над нечеткими множествами. Отношения на множествах.
2. Линейные пространства. Функциональные пространства и их свойства.
3. Алгебраические уравнения как модели статических систем.
4. Дифференциальные уравнения как математические модели.
5. Дифференциальные уравнения с запаздывающим аргументом как математические модели.
6. Математические методы обработки экспериментальных данных.

7. Общая характеристика ХТС как объекта исследования.
8. Классификация ХТС по особенностям технологической топологии.
9. Классификация ХТС по способу функционирования.
10. Виды критериев эффективности ХТС.
11. Анализ ХТС.
12. Синтез оптимальной структуры ХТС.
13. Моделирование элементов ХТС.
14. Моделирование структуры ХТС.
15. Расчет ХТС. Оценка свойств ХТС.
16. Оптимизация ХТС.
17. Уровни иерархии ХТС.
18. Структура задач автоматизированного управления ХТС.
19. Общий вид системы уравнений балансов ХТС.
20. Понятие степени свободы ХТС. Определение числа степеней свободы ХТС.
21. Топологический метод анализа и топологические модели ХТС.
22. Представление графов с помощью матриц.
23. Поточковые графы ХТС.
24. Структурные графы ХТС.
25. Информационно-поточковые мультиграфы ХТС.
26. Информационные графы ХТС.
27. Сигнальные графы ХТС.
28. Расчет материальных и тепловых балансов ХТС на основе материальных и тепловых поточковых графов.
29. Программы моделирования ХТС.
30. Понятие организационно-технической системы.

Типовые вопросы и практические задания для контроля освоенных умений и владений:

1. Найти решение, псевдорешение и нормальное решение линейной статической модели.
2. Решить линейную стационарную систему уравнений операционным методом.
3. Решить дифференциальное уравнение с постоянным запаздыванием.
4. Построить математическую модель с использованием нечетких множеств.
5. Построить математическую модель с использованием дифференциальных уравнений с запаздывающим аргументом. Провести исследование.
6. Экспериментальные данные обработать с помощью математических методов.
7. Расчет условий в реакторе гидрирования олефинов в бензине коксования.
8. Расчет колонны деаэрации К-8 установки Л24-6 при загрузке по сырью 110 м³/ч.
9. Расчет дополнительной вакуумной колонны для выделения дизельной фракции из гидроочищенного газойля из колонны 10-DA-201 установки гидрокрекинга.
10. Моделирование колонны стабилизации бензина К-4 установки АВТ-4.
11. Анализ математической модели нагревательно-фракционирующего блока и блока стабилизации бензина установки каталитического крекинга КК-1 (Топологический анализ ХТС).
12. Построение поточковых графов и матриц смежности ХТС (Топологический анализ ХТС).
13. Использование OLE-технологий при моделировании технологических процессов.

2.3.2 Шкалы оценивания результатов обучения на экзамене

Промежуточная аттестация обучающихся во время экзамена ориентирована на оценку освоения заданных компетенций по достигнутым результатам обучения по дисциплине:

приобретенным знаниям, умениям, навыкам и (или) опыту работы (владение).

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов знать, уметь, владеть заявленных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания путем выборочного контроля во время экзамена.

Типовые шкала и критерии оценки результатов обучения при сдаче экзамена для компонентов знать, уметь и владеть приведены в общей части ФОС образовательной программы.

3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов и компетенций

3.1. Оценка уровня сформированности компонентов компетенций

При оценке уровня сформированности компетенций в рамках выборочного контроля на экзамене считается, что *полученная оценка за компонент проверяемой в билете компетенции обобщается на соответствующий компонент всех компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.*

Типовые критерии и шкалы оценивания уровня сформированности компонентов компетенций приведены в общей части ФОС образовательной программы.

3.2. Оценка уровня сформированности компетенций

Общая оценка уровня сформированности всех компетенций проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых компетенций, с учетом результатов текущего и рубежного контроля в виде интегральной оценки по 4-х балльной шкале. Все результаты контроля заносятся в оценочный лист и заполняются преподавателем по итогам промежуточной аттестации.

Форма оценочного листа и требования к его заполнению приведены в общей части ФОС образовательной программы.

При формировании итоговой оценки промежуточной аттестации в виде экзамена используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС образовательной программы.