

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Набережночелнинский институт (филиал)  
Отделение информационных технологий и энергетических систем



Утверждаю

Первый заместитель директора  
НЧИ КФУ Симонова Л. А.



\_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

*подписано электронно-цифровой подписью*

## Программа дисциплины

Системы автоматизированного проектирования и производства Б1.В.ОД.4

Направление подготовки: 15.04.06 - Мехатроника и робототехника

Профиль подготовки: Компьютерные технологии в мехатронике и робототехнике

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2019

**Автор(ы):** Балабанов И.П.

**Рецензент(ы):** Касьянов С.В.

### **СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Симонова Л. А.

Протокол заседания кафедры No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Учебно-методическая комиссия Высшей инженерной школы (Отделение информационных технологий и энергетических систем) (Набережночелнинский институт (филиал)):

Протокол заседания УМК No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

## Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы
2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
  - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
  - 4.2. Содержание дисциплины
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
  - 6.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения
  - 6.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания
  - 6.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы
  - 6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
  - 7.1. Основная литература
  - 7.2. Дополнительная литература
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. (доцент) Балабанов И.П. (Кафедра автоматизации и управления, Отделение информационных технологий и энергетических систем), IPBalabanov@kpfu.ru

### 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Выпускник, освоивший дисциплину, должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОПК-3	владение современными информационными технологиями, готовностью применять современные и специализированные средства автоматизированного проектирования и машинной графики при проектировании систем и их отдельных модулей, знать и соблюдать основные требования информационной безопасности;
ОПК-4	готовность собирать, обрабатывать, анализировать и систематизировать научно-техническую информацию по тематике исследования, использовать достижения отечественной и зарубежной науки, техники и технологии в своей профессиональной деятельности;
ПК-10	способность участвовать в разработке конструкторской и проектной документации мехатронных робототехнических систем в соответствии с имеющимися стандартами и техническими условиями;
ПК-13	готовность разрабатывать техническую документацию (графики работ, инструкции, планы, сметы) по утвержденным формам;
ПК-3	способность разрабатывать экспериментальные макеты управляющих, информационных и исполнительных модулей мехатронных робототехнических систем и проводить их исследование применением современных информационных технологий;
ПК-9	способность к подготовке технического задания на проектирование мехатронных робототехнических систем их подсистем и отдельных устройств с использованием стандартных исполнительных управляющих устройств, средств автоматики, измерительной и вычислительной техники, а также новых устройств и подсистем;

Выпускник, освоивший дисциплину:

Должен знать:

- методологические основы моделирования и анализа сложных технологических процессов;
- основные методы анализа качества функционирования технологических процессов.

Должен уметь:

- строить математические модели технологических процессов;
- проводить анализ свойств технологических процессов;
- производить компьютерное моделирование технологических процессов;
- уметь организовывать работы по осуществлению авторского надзора на этапах моделирования, анализа и проектирования технологических процессов.

Должен владеть:

- навыками математического и компьютерного моделирования, анализа и проектирования технологических процессов.

Должен демонстрировать способность и готовность:

- применять результаты освоения дисциплины в профессиональной деятельности.

### 2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.В.ОД.4 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 15.04.06 "Мехатроника и робототехника (Компьютерные технологии в мехатронике и робототехнике)" и относится к обязательным дисциплинам.

Осваивается на 1 курсе в 2 семестре.

### 3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных(ые) единиц(ы) на 144 часа(ов).

Контактная работа - 42 часа(ов), в том числе лекции - 6 часа(ов), практические занятия - 18 часа(ов), лабораторные работы - 18 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 66 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 36 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен во 2 семестре.

### 4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

#### 4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Общие сведения о проектировании технологических объектов и процессов	2	1	2	3	22
2.	Тема 2. Передаточные и весовые функции линейных динамических систем и процессов	2	1	2	3	22
3.	Тема 3. Моделирование стационарных динамических систем и процессов	2	1	2	3	22
4.	Тема 4. Моделирование нестационарных динамических систем и процессов	2	1	2	3	0
5.	Тема 5. Устойчивость, управляемость, наблюдаемость динамических систем и процессов	2	1	2	2	0
6.	Тема 6. Факторные модели технологических процессов	2	0	4	2	0
7.	Тема 7. Поисковые методы оптимизации	2	1	4	2	0
	Итого		6	18	18	66

#### 4.2 Содержание дисциплины

##### Тема 1. Общие сведения о проектировании технологических объектов и процессов

Основные понятия и определения. Классификации моделей систем управления технологическими объектами и процессами: системы стабилизации, программного управления, следящие системы; системы разомкнутые, замкнутые или комбинированной структуры; модели линейные, нелинейные, скалярные и векторные; системы непрерывные, дискретные или гармонически модулированные; системы стационарные и нестационарные, с сосредоточенными или распределенными параметрами; системы с детерминированными или стохастическими воздействиями.

##### Тема 2. Передаточные и весовые функции линейных динамических систем и процессов

Передаточные функции. Весовые функции. Центр масс. Численное интегрирование. Ортогональность. Среднее арифметическое, взвешенное. Определение передаточных функций по модели системы, представленной в виде дифференциальных уравнений. Теорема о свёртке. Определение реакций системы на различные входные воздействия.

##### Тема 3. Моделирование стационарных динамических систем и процессов

Модели систем в пространстве состояний. Переходная (фундаментальная) матрица системы. Методы определения переходной матрицы. Определение реакций системы на различные входные воздействия, выраженное через переходную матрицу системы. Определение передаточной и весовой функций через переходную матрицу системы.

##### Тема 4. Моделирование нестационарных динамических систем и процессов

Модели нестационарных систем в пространстве состояний. Переходная матрица нестационарной системы, её свойства. Общее решение уравнений состояния нестационарной системы. Свободная и вынужденная составляющие реакции нестационарной системы, выраженные через переходную матрицу системы. Матрица импульсной реакции нестационарной системы.

#### **Тема 5. Устойчивость, управляемость, наблюдаемость динамических систем и процессов**

Определения и смысл устойчивости, управляемости, наблюдаемости. Устойчивость к осаждению частиц дисперсной фазы (для обеспечения седиментационной устойчивости можно увеличить плотность раствора или его вязкость). Устойчивость к укрупнению или агрегации частиц дисперсной фазы. Формулы для оценки устойчивости, управляемости, наблюдаемости.

#### **Тема 6. Факторные модели технологических процессов**

Общие понятия о факторных моделях. Пассивный и активный эксперименты. Выбор факторов. Планирование полного факторного эксперимента: выбор плана, основных уровней, интервалов варьирования факторов, построение матрицы планирования эксперимента. Особенности проведения факторного эксперимента: параллельные опыты, варианты дублирования. Основные этапы обработки результатов эксперимента при равномерном дублировании.

#### **Тема 7. Поисковые методы оптимизации**

Общие понятия о поисковой оптимизации. Обобщённая блок-схема алгоритма поисковой оптимизации. Методы поиска нулевого, первого, второго порядков. Основные поисковые методы оптимизации: метод покоординатного спуска (метод Гаусса-Зейделя), метод случайного поиска, метод градиента, метод наискорейшего спуска, метод Ньютона.

### **5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)**

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года №301).

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Положение от 24 декабря 2015 г. № 0.1.1.67-06/265/15 "О порядке проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Положение № 0.1.1.67-06/241/15 от 14 декабря 2015 г. "О формировании фонда оценочных средств для проведения текущей, промежуточной и итоговой аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Положение № 0.1.1.56-06/54/11 от 26 октября 2011 г. "Об электронных образовательных ресурсах федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Регламент № 0.1.1.67-06/66/16 от 30 марта 2016 г. "Разработки, регистрации, подготовки к использованию в учебном процессе и удаления электронных образовательных ресурсов в системе электронного обучения федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Регламент № 0.1.1.67-06/11/16 от 25 января 2016 г. "О балльно-рейтинговой системе оценки знаний обучающихся в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Регламент № 0.1.1.67-06/91/13 от 21 июня 2013 г. "О порядке разработки и выпуска учебных изданий в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

### **6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)**

#### **6.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения**

Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
<b>Семестр 2</b>			
<b>Текущий контроль</b>			
1	Лабораторные работы	ПК-10 , ПК-13 , ПК-3 , ПК-9	1. Общие сведения о проектировании технологических объектов и процессов 2. Передаточные и весовые функции линейных динамических систем и процессов 3. Моделирование стационарных динамических систем и процессов 4. Моделирование нестационарных динамических систем и процессов 5. Устойчивость, управляемость, наблюдаемость динамических систем и процессов 6. Факторные модели технологических процессов 7. Поискные методы оптимизации
2	Презентация	ПК-13 , ПК-3 , ПК-9	1. Общие сведения о проектировании технологических объектов и процессов 2. Передаточные и весовые функции линейных динамических систем и процессов 3. Моделирование стационарных динамических систем и процессов 4. Моделирование нестационарных динамических систем и процессов 5. Устойчивость, управляемость, наблюдаемость динамических систем и процессов 6. Факторные модели технологических процессов 7. Поискные методы оптимизации
3	Письменная работа	ОПК-3 , ОПК-4	6. Факторные модели технологических процессов
<b>6.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания</b>			

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
<b>Семестр 2</b>					
<b>Текущий контроль</b>					
Лабораторные работы	Оборудование и методы использованы правильно. Проявлена превосходная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения полностью освоены. Результат лабораторной работы полностью соответствует её целям.	Оборудование и методы использованы в основном правильно. Проявлена хорошая теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения в основном освоены. Результат лабораторной работы в основном соответствует её целям.	Оборудование и методы частично использованы правильно. Проявлена удовлетворительная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения частично освоены. Результат лабораторной работы частично соответствует её целям.	Оборудование и методы использованы неправильно. Проявлена неудовлетворительная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения не освоены. Результат лабораторной работы не соответствует её целям.	1



Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
Презентация	Превосходный уровень владения материалом. Высокий уровень доказательности, наглядности, качества преподнесения информации. Степень полноты раскрытия материала и использованные решения полностью соответствуют задачам презентации. Используются надлежащие источники и методы.	Хороший уровень владения материалом. Средний уровень доказательности, наглядности, качества преподнесения информации. Степень полноты раскрытия материала и использованные решения в основном соответствуют задачам презентации. Используемые источники и методы в основном соответствуют поставленным задачам.	Удовлетворительный уровень владения материалом. Низкий уровень доказательности, наглядности, качества преподнесения информации. Степень полноты раскрытия материала и использованные решения слабо соответствуют задачам презентации. Используемые источники и методы частично соответствуют поставленным задачам.	Неудовлетворительный уровень владения материалом. Неудовлетворительный уровень доказательности, наглядности, качества преподнесения информации. Степень полноты раскрытия материала и использованные решения не соответствуют задачам презентации. Используемые источники и методы не соответствуют поставленным задачам.	2
Письменная работа	Правильно выполнены все задания. Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продемонстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьезные ошибки. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	3
Экзамен	Обучающийся обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой дисциплины, усвоил взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявил творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала.	Обучающийся обнаружил полное знание учебно-программного материала, успешно выполнил предусмотренные программой задания, усвоил основную литературу, рекомендованную программой дисциплины, показал систематический характер знаний по дисциплине и способен к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.	Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой, знаком с основной литературой, рекомендованной программой дисциплины, допустил погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладает необходимыми знаниями для их устранением под руководством преподавателя.	Обучающийся обнаружил значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение или приступить по окончании университета к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.	

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

#### Семестр 2

#### Текущий контроль

##### 1. Лабораторные работы

Темы 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7

1. Определение движения динамической системы при заданной модели системы в пространстве состояний, заданных начальных условиях и заданном входном воздействии - Переходная (фундаментальная) матрица системы.

- Разработать указанные в индивидуальном задании математические модели.
- Произвести компьютерное моделирование в среде MATLAB/Simulink.
- Построить указанные в индивидуальном задании характеристики во временной области.
- Выполнить построение указанных характеристик в частотной области.

2. Определение реакций системы на различные входные воздействия, выраженное через переходную матрицу системы.

- Разработать указанные в индивидуальном задании математические модели.
- Произвести компьютерное моделирование в среде MATLAB/Simulink.
- Построить указанные в индивидуальном задании характеристики во временной области.
- Выполнить построение указанных характеристик в частотной области.

3. Определение модели системы по заданной структурной схеме системы, определение передаточной функции и движения системы - Формирование моделей систем в пространстве состояний по заданным структурным схемам систем.

- Разработать указанные в индивидуальном задании математические модели.
- Произвести компьютерное моделирование в среде MATLAB/Simulink.
- Построить указанные в индивидуальном задании характеристики во временной области.
- Выполнить построение указанных характеристик в частотной области.

4. Определение передаточной и весовой функций через переходную матрицу системы.

- Разработать указанные в индивидуальном задании математические модели.
- Произвести компьютерное моделирование в среде MATLAB/Simulink.
- Построить указанные в индивидуальном задании характеристики во временной области.
- Выполнить построение указанных характеристик в частотной области.

5. Определение матрицы импульсной реакции системы - Свободная и вынужденная составляющие реакции нестационарной системы, выраженные через переходную матрицу системы.

- Разработать указанные в индивидуальном задании математические модели.
- Произвести компьютерное моделирование в среде MATLAB/Simulink.
- Построить указанные в индивидуальном задании характеристики во временной области.
- Выполнить построение указанных характеристик в частотной области.

6. Матрица импульсной реакции нестационарной системы.

- Разработать указанные в индивидуальном задании математические модели.
- Произвести компьютерное моделирование в среде MATLAB/Simulink.
- Построить указанные в индивидуальном задании характеристики во временной области.
- Выполнить построение указанных характеристик в частотной области.

7. Определение вынужденных составляющих движения системы по заданной матрице импульсной реакции системы и заданном входном воздействии - Матрица импульсной реакции нестационарной системы.

- Разработать указанные в индивидуальном задании математические модели.
- Произвести компьютерное моделирование в среде MATLAB/Simulink.
- Построить указанные в индивидуальном задании характеристики во временной области.
- Выполнить построение указанных характеристик в частотной области.

8. Вынужденная составляющая реакции системы, выраженная через матрицу импульсной реакции системы.

- Разработать указанные в индивидуальном задании математические модели.
- Произвести компьютерное моделирование в среде MATLAB/Simulink.
- Построить указанные в индивидуальном задании характеристики во временной области.
- Выполнить построение указанных характеристик в частотной области.



- д. Произвести анализ результатов математического и компьютерного моделирования.
- 9. Определение параметров матрицы состояния системы, при которых система будет устойчива - Определение и смысл устойчивости.
  - а. Разработать указанные в индивидуальном задании математические модели.
  - б. Произвести компьютерное моделирование в среде MATLAB/Simulink.
  - в. Построить указанные в индивидуальном задании характеристики во временной области.
  - г. Выполнить построение указанных характеристик в частотной области.
- д. Произвести анализ результатов математического и компьютерного моделирования.
- 10. Оценка устойчивости.
  - а. Разработать указанные в индивидуальном задании математические модели.
  - б. Произвести компьютерное моделирование в среде MATLAB/Simulink.
  - в. Построить указанные в индивидуальном задании характеристики во временной области.
  - г. Выполнить построение указанных характеристик в частотной области.
- д. Произвести анализ результатов математического и компьютерного моделирования.

## **2. Презентация**

Темы 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7

Темы к реферату:

- 1. Основные понятия и определения. Классификации моделей систем управления технологическими объектами и процессами.
- 2. Передаточные и весовые функции. Определение передаточных функций по модели системы, представленной в виде дифференциальных уравнений.
- 3. Теорема о свёртке. Определение реакций системы на различные входные воздействия.
- 4. Модели систем в пространстве состояний. Переходная (фундаментальная) матрица системы.
- 5. Методы определения переходной матрицы.
- 6. Определение реакций системы на различные входные воздействия, выраженное через переходную матрицу системы. Определение передаточной и весовой функций через переходную матрицу системы.
- 7. Модели нестационарных систем в пространстве состояний. Переходная матрица нестационарной системы, её свойства.
- 8. Общее решение уравнений состояния нестационарной системы. Свободная и вынужденная составляющие реакции нестационарной системы, выраженные через переходную матрицу системы. Матрица импульсной реакции нестационарной системы.
- 9. Определения и смысл устойчивости, управляемости, наблюдаемости. Формулы для оценки устойчивости, управляемости, наблюдаемости.
- 10. Общие понятия о факторных моделях. Пассивный и активный эксперименты. Выбор факторов.

## **3. Письменная работа**

Тема 6

Темы к работе:

- 1. Модели нестационарных систем в пространстве состояний.
- 2. Переходная матрица нестационарной системы, её свойства.
- 3. Свободная и вынужденная составляющие реакции нестационарной системы, выраженные через переходную матрицу системы.
- 4. Матрица импульсной реакции нестационарной системы.
- 5. Определения и смысл устойчивости, управляемости, наблюдаемости.
- 6. Формулы для оценки устойчивости, управляемости, наблюдаемости.
- 7. Общие понятия о факторных моделях. Пассивный и активный эксперименты.
- 8. Выбор факторов.
- 9. Планирование полного факторного эксперимента: выбор плана, основных уровней, интервалов варьирования факторов, построение матрицы планирования эксперимента.
- 10. Особенности проведения факторного эксперимента: параллельные опыты, варианты дублирования.

## **Экзамен**

Вопросы к экзамену:

- 1. Основные понятия и определения. Классификации моделей систем управления технологическими объектами и процессами.
- 2. Передаточные и весовые функции. Определение передаточных функций по модели системы, представленной в виде дифференциальных уравнений.
- 3. Теорема о свёртке. Определение реакций системы на различные входные воздействия.
- 4. Модели систем в пространстве состояний. Переходная (фундаментальная) матрица системы.
- 5. Методы определения переходной матрицы.
- 6. Определение реакций системы на различные входные воздействия, выраженное через переходную матрицу системы. Определение передаточной и весовой функций через переходную матрицу системы.
- 7. Модели нестационарных систем в пространстве состояний. Переходная матрица нестационарной системы, её свойства.

8. Общее решение уравнений состояния нестационарной системы. Свободная и вынужденная составляющие реакции нестационарной системы, выраженные через переходную матрицу системы. Матрица импульсной реакции нестационарной системы.
9. Определения и смысл устойчивости, управляемости, наблюдаемости. Формулы для оценки устойчивости, управляемости, наблюдаемости.
10. Общие понятия о факторных моделях. Пассивный и активный эксперименты. Выбор факторов.
11. Планирование полного факторного эксперимента: выбор плана, основных уровней, интервалов варьирования факторов, построение матрицы планирования эксперимента.
12. Особенности проведения факторного эксперимента: параллельные опыты, варианты дублирования.
13. Основные этапы обработки результатов эксперимента при равномерном дублировании.
14. Общие понятия о поисковой оптимизации. Обобщённая блок-схема алгоритма поисковой оптимизации. Методы поиска нулевого, первого, второго порядков.
15. Основные поисковые методы оптимизации: метод покоординатного спуска (метод Гаусса-Зейделя), метод случайного поиска, метод градиента.
16. Основные поисковые методы оптимизации: метод наискорейшего спуска, метод Ньютона.

#### 6.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

В КФУ действует балльно-рейтинговая система оценки знаний обучающихся. Суммарно по дисциплине (модулю) можно получить максимум 100 баллов за семестр, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов.

Для зачёта:

56 баллов и более - "зачтено".

55 баллов и менее - "не зачтено".

Для экзамена:

86 баллов и более - "отлично".

71-85 баллов - "хорошо".

56-70 баллов - "удовлетворительно".

55 баллов и менее - "неудовлетворительно".

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
<b>Семестр 2</b>			
<b>Текущий контроль</b>			
Лабораторные работы	В аудитории, оснащённой соответствующим оборудованием, обучающиеся проводят учебные эксперименты и тренируются в применении практико-ориентированных технологий. Оцениваются знание материала и умение применять его на практике, умения и навыки по работе с оборудованием в соответствующей предметной области.	1	20
Презентация	Обучающиеся выполняют презентацию с применением необходимых программных средств, решая в презентации поставленные преподавателем задачи. Обучающийся выступает с презентацией на занятии или сдаёт её в электронном виде преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме презентации, логичность, информативность, способы представления информации, решение поставленных задач.	2	20
Письменная работа	Обучающиеся получают задание по освещению определённых теоретических вопросов или решению задач. Работа выполняется письменно и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	3	10
<b>Экзамен</b>	Экзамен нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Экзамен проводится в устной или письменной форме по билетам, в которых содержатся вопросы (задания) по всем темам курса. Обучающемуся даётся время на подготовку. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.		50

#### 7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

##### 7.1 Основная литература:

1. Проектирование и 3D-моделирование в средах CATIA V5, ANSYS и Dymola 7.3 : учеб. пособие / И.И. Косенко, Л.В. Кузнецова, А.В. Николаев [и др.]. ? М. : ИНФРА-М, 2018. ? 183 с. + Доп. материалы [Электронный ресурс; Режим доступа <http://www.znanium.com>]. ? (Высшее образование: Магистратура). ? [www.dx.doi.org/10.12737/textbook\\_598c15b06911f4.08937416](http://www.dx.doi.org/10.12737/textbook_598c15b06911f4.08937416). - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/851549>
2. Автоматическое управление процессами механической обработки [Электронный ресурс]: учебник / С.М. Братан, Е.А. Левченко, Н.И. Покинтелица, А.О. Харченко. ? М. : Вузовский учебник : ИНФРА-М, 2018. ? 228 с. - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/937360>
3. Математические модели управления проектами [Электронный ресурс]: учебник / И.Н. Царьков ; введение В.М. Аньшина. ? М. : ИНФРА-М, 2019. ? 514 с. ? (Высшее образование: Магистратура). ? [www.dx.doi.org/10.12737/textbook\\_59d5d3b8c63992.94229617](http://www.dx.doi.org/10.12737/textbook_59d5d3b8c63992.94229617). - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/991895>

## **7.2. Дополнительная литература:**

1. Автоматизация технологических процессов и производств : учеб. пособие [Электронный ресурс]/ А.А. Иванов. ? 2-е изд., испр. и доп. ? М. : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2015. ? 224 с. ? (Высшее образование). - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/473074>
2. Прис, Н.М. Технологическая оснастка: аналитические расчеты при проектировании [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Н.М. Прис, А.Г. Схиртладзе, В.П. Пучков. - Москва : КУРС, 2019. - 144 с. - ISBN 978-5-907064-27-0. - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/1017368>
3. САПР конструктора машиностроителя [Электронный ресурс]/Э.М.Берлинер, О.В.Таратынов - М.: Форум, НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 288 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование) (Переплёт) ISBN 978-5-00091-042-9 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/501432>

## **8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

Материалы по продуктам MATLAB & Toolboxes - <http://matlab.exponenta.ru/>  
Основы компьютерного моделирования - <http://bourabai.ru/cm/>  
Сайт поддержки пользователей САПР - <http://www.cad.dp.ua/>

## **9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	<p>Курс лекций должен быть зафиксирован, внимательно и неоднократно изучен студентом. Во время работы над текстом рекомендуется конспектирование для себя основных положений, формул, выводов. Конспектировать - значит приводить к некоему порядку сведения, почерпнутые из оригинала. В основе процесса лежит систематизация прочитанного или услышанного. Если конспект составлен правильно, он должен отражать логику и смысловую связь записываемой информации. Внимательное слушание и конспектирование лекций предполагает интенсивную умственную деятельность студента.</p> <p>При конспектировании курса лекций рекомендуется придерживаться следующих основных правил:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Не начинайте записывать материал с первых слов преподавателя, сначала выслушайте его мысль до конца и постарайтесь понять ее.</li> <li>2. Приступайте к записи в тот момент, когда преподаватель, заканчивая изложение одной мысли, начинает ее комментировать.</li> <li>3. В конспекте обязательно выделяются отдельные части. Необходимо разграничивать заголовки, подзаголовки, выводы, обособлять одну тему от другой. Выделение можно делать подчеркиванием, другим цветом. Рекомендуется делать отступы для обозначения абзацев и пунктов плана, пробельные строки для отделения одной мысли от другой, нумерацию. Если определения, формулы, правила, законы в тексте можно сделать более заметными, их заключают в рамку. Со временем у вас появится своя система выделений.</li> <li>4. Создавайте ваши записи с использованием принятых условных обозначений. Конспектируя, обязательно употребляйте разнообразные знаки. Это могут быть указатели и направляющие стрелки, восклицательные и вопросительные знаки. Не забывайте об аббревиатурах (сокращенных словах), знаках равенства и неравенства, больше и меньше.</li> <li>5. Постарайтесь разработать собственную систему сокращений и обозначать ими во всех записях одни и те же слова.</li> <li>6. При конспектировании лучше пользоваться повествовательными предложениями, избегать самостоятельных вопросов. Вопросы уместны на полях конспекта.</li> <li>7. Не старайтесь зафиксировать материал дословно, при этом часто теряется главная мысль, к тому же такую запись трудно вести. Отбрасывайте второстепенные слова, без которых главная мысль не теряется.</li> <li>8. Если в лекции встречаются непонятные вам термины, оставьте место, после занятий уточните их значение у преподавателя.</li> <li>9. В конспект следует заносить всё, что преподаватель пишет на доске, а также рекомендуемые схемы, таблицы, диаграммы и т.д.</li> <li>10. Не стесняйтесь задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.</li> </ol>
практические занятия	<p>Если учебным планом предусмотрены лабораторные и/или практические занятия, то самостоятельная работа обучающегося в ходе выполнения лабораторных и/или практических работ в основном сводится к выполнению им индивидуальных заданий, предусмотренных в рамках этих работ, а также к оформлению результатов выполнения заданий.</p> <p>По темам обучающийся выполняет лабораторные и/или практические работы согласно своему индивидуальному заданию. Отчет по лабораторной/практической работе выполняется в письменной/электронной (печатной) форме. Требования к оформлению работ являются общими.</p> <p>Для проведения лабораторных и/или практических занятий специальных наглядных и других пособий (плакаты, чертежи, кино- и видеофильмы, демонстрационные материалы и т. д.) не требуется.</p>
лабораторные работы	<p>Если учебным планом предусмотрены лабораторные и/или практические занятия, то самостоятельная работа обучающегося в ходе выполнения лабораторных и/или практических работ в основном сводится к выполнению им индивидуальных заданий, предусмотренных в рамках этих работ, а также к оформлению результатов выполнения заданий.</p> <p>По темам обучающийся выполняет лабораторные и/или практические работы согласно своему индивидуальному заданию. Отчет по лабораторной/практической работе выполняется в письменной/электронной (печатной) форме. Требования к оформлению работ являются общими.</p> <p>Для проведения лабораторных и/или практических занятий специальных наглядных и других пособий (плакаты, чертежи, кино- и видеофильмы, демонстрационные материалы и т. д.) не требуется.</p>

Вид работ	Методические рекомендации
самостоятельная работа	<p>Цель самостоятельной работы в том, чтобы осмысленно и сознательно работать сначала с учебным материалом, затем с научной информацией. Самостоятельная работа студентов является одной из важнейших составляющих образовательного процесса.</p> <p>Самостоятельная работа может реализовываться:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- непосредственно в процессе аудиторных занятий, на лекциях, практических и семинарских занятиях, при выполнении контрольных и лабораторных работ и др.;</li> <li>- в контакте с преподавателем вне рамок аудиторных занятий, на консультациях по учебным вопросам, в ходе творческих контактов, при ликвидации задолженностей, при выполнении индивидуальных заданий и т.д.;</li> <li>- в библиотеке, дома, в общежитии, на кафедре и других местах при выполнении студентом учебных и творческих заданий.</li> </ul> <p>В учебном процессе выделяют два вида самостоятельной работы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- аудиторная: самостоятельная работа выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию;</li> <li>- внеаудиторная: самостоятельная работа выполняется студентом по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия.</li> </ul> <p>Самостоятельная работа помогает студентам:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.Овладевать знаниями: чтение текста (учебника, первоисточника, дополнительной литературы и т.д.); составление плана текста, графическое изображение структуры текста, конспектирование текста, выписки из текста и т.д.; работа со справочниками и др. справочной литературой; ознакомление с нормативными и правовыми документами; учебно-методическая и научно-исследовательская работа; использование компьютерной техники и Интернета и др.</li> <li>2.Закреплять и систематизировать знания: работа с конспектом лекции; обработка текста, повторная работа над учебным материалом учебника, первоисточника, дополнительной литературы, аудио и видеозаписей; подготовка плана; составление таблиц для систематизации учебного материала; подготовка ответов на контрольные вопросы; заполнение рабочей тетради; аналитическая обработка текста; подготовка мультимедиа презентации и докладов к выступлению на семинаре (конференции, круглом столе и т.п.); подготовка реферата; составление библиографии использованных литературных источников; разработка тематических кроссвордов и ребусов; тестирование и др.</li> <li>3.Формировать умения: решение ситуационных задач и упражнений по образцу; выполнение расчетов (графические и расчетные работы); решение профессиональных кейсов и вариативных задач; подготовка к контрольным работам; подготовка к тестированию; подготовка к деловым играм; проектирование и моделирование разных видов и компонентов профессиональной деятельности; опытно-экспериментальная работа; анализ профессиональных умений с использованием аудио-и видеотехники и др.</li> </ol> <p>Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности и уровня умений студентов.</p>
презентация	<p>Написание доклада (подготовка презентации) традиционно включает три части: вступление, основную часть и заключение. Во вступлении указывается тема доклада, устанавливается логическая связь ее с другими темами или место рассматриваемой проблемы среди других проблем, дается краткий обзор источников, на материале которых раскрывается тема, и т.п. В заключении обычно подводятся итоги, формулируются выводы, подчеркивается значение рассмотренной проблемы и т.п.</p> <p>Решение задач требует усвоения лекционного материала, приобретения навыков решения.</p>
письменная работа	<p>При выполнении письменной работы рекомендуется:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Заранее подготовиться к проведению работы. Для этого во внеаудиторное время повторить материал лекций и предыдущих практических занятий.</li> <li>2. Внимательно ознакомиться с предложенными вопросами и заданиями</li> <li>3. Работа выполняется в течение 1 часа 30 минут, после чего сдается на проверку преподавателю</li> </ol>
экзамен	<p>При подготовке к итоговой аттестации по курсу рекомендуется:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Заранее подготовиться к итоговой аттестации по предмету. Во внеаудиторное время повторить материал лекций и предыдущих практических занятий.</li> <li>2. Внимательно ознакомиться с предложенными вопросами и заданиями.</li> <li>3. На сдачу итоговой аттестации по предмету отводится установленное время. Студент может отвечать устно или письменно, при необходимости применять средства ЭВМ.</li> </ol>



## **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

Освоение дисциплины "Системы автоматизированного проектирования и производства" предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows Professional 7 Russian

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 2010 Professional Plus Russian

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

## **11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Освоение дисциплины "Системы автоматизированного проектирования и производства" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Компьютерный класс, представляющий собой рабочее место преподавателя и не менее 15 рабочих мест студентов, включающих компьютерный стол, стул, персональный компьютер, лицензионное программное обеспечение. Каждый компьютер имеет широкополосный доступ в сеть Интернет. Все компьютеры подключены к корпоративной компьютерной сети КФУ и находятся в едином домене.

## **12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;

- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 15.04.06 "Мехатроника и робототехника" и магистерской программе Компьютерные технологии в мехатронике и робототехнике .