

**Филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»  
в г. Смоленске**

**УТВЕРЖДАЮ**  
Зам. директора  
филиала ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»  
в г. Смоленске  
по учебно-методической работе  
В.В. Рожков  
« 24 » 2015 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ**

(НАИМЕНОВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

**Направление подготовки: 15.03.02 «Технологические машины и оборудование»**

**Профиль подготовки: «Оборудование нефтегазопереработки»**

**Уровень высшего образования: бакалавр**

**Нормативный срок обучения: 4 года**

**Смоленск – 2015 г.**

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

**Целью освоения дисциплины** является подготовка обучающихся к научно-исследовательской деятельности по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» посредством обеспечения этапов формирования компетенций, предусмотренных ФГОС, в части представленных ниже знаний, умений и навыков.

Изучение дисциплины позволит овладеть необходимыми знаниями и умениями для правильного выбора математической схемы, адекватно отражающей основные характеристики реального объекта моделирования. Применять полученные знания для изучения соответствующей модели, описываемого ею реального объекта и решать задачи анализа, синтеза, композиции и декомпозиции для исследуемой модели.

**Задачами дисциплины** является освоение современных методов общей теории и методологии систем, основ управления техническими системами, а также практических способов анализа и решения отдельных общих вопросов управления системами. В курсе не излагаются конкретные инженерные решения и указания по конструированию или эксплуатации систем управления. Рассматриваются лишь типичные математические схемы, используемые для описания управляемых объектов, формулируются и решаются основные математические проблемы, возникающие при исследовании и расчете управляемых систем и объектов.

- ОПК-2, характеризуемой «владением достаточными для профессиональной деятельности навыками работы с персональным компьютером»;
- ОПК-4, характеризуемой «пониманием сущности и значения информации в развитии современного общества, способностью получать и обрабатывать информацию из различных источников, готовностью интерпретировать, структурировать и оформлять информацию в доступном для других виде»;
- ПК-1, характеризуемой «способностью к систематическому изучению научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по соответствующему профилю подготовки»;
- ПК-2, характеризуемой «умением моделировать технических объектов и технологических процессов с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования, проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов».

В результате изучения дисциплины студент должен:

### **Знать:**

- методы оценки параметров технических систем с использованием стандартных математических пакетов (ОПК-2);
- основные математические схемы, используемые для описания и исследования управляемых динамических систем различных типов (ОПК-4);
- особенности различных классов управляемых динамических систем, функционирующих как в непрерывном, так и в дискретном времени, их взаимосвязь друг с другом и их классификацию (ПК-1);
- математические результаты, характеризующие различные классы управляемых динамических систем (ПК-2).

### **Уметь:**

- корректно поставить и компьютерно реализовать исследовательские задачи определения работоспособности и качества работы технических систем (ОПК-2);

- проводить анализ технологического процесса как объекта управления (ОПК-4);
- формулировать и решать задачу анализа параметров динамических систем с использованием современных прикладных программных средств и современных технологий программирования (ПК-1, ПК-2);
- оценивать и интерпретировать полученные результаты расчетов при решении задач управления и синтеза (ПК-1, ПК-2);

**Владеть:**

- современным математическим аппаратом описания и исследования различных классов управляемых динамических систем (ОПК-4);
- методами количественного и качественного анализа конкретных моделей управляемых динамических систем с использованием современных прикладных программных средств и современных технологий (ОПК-2, ПК-1, ПК-2);
- методами математического моделирования технических систем (ОПК-2, ПК-2);
- методами разработки алгоритмов оптимального управления конкретными объектами отраслей нефтегазовой промышленности (ОПК-2, ПК-2).

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к базовой части Б1.В.ДВ.9 образовательной программы бакалавров по направлению подготовки бакалавриата 15.03.02 «Технологические машины и оборудование», профиля «Оборудование нефтегазопереработки».

В соответствии с учебным планом по направлению «Технологические машины и оборудование» дисциплина «Управление техническими системами» базируется на следующих дисциплинах:

- Б1.Б.6 «Математика»;
- Б1.Б.7 «Информационные технологии»;
- Б1.Б.8 «Физика»;
- Б1.Б.10 «Химия»;
- Б1.Б.15 «Технология конструкционных материалов»;
- Б1.Б.17 «Механика жидкости и газа»;
- Б1.Б.22 «Техническая термодинамика»;
- Б1.В.ОД.6 «Процессы и аппараты нефтегазопереработки»;
- Б1.В.ОД.9 «Насосы, компрессоры, вентиляторы»;
- Б1.В.ДВ.2.1 «Химия нефти и газа»;
- Б1.В.ДВ.2.2 «Теоретические основы неорганической химии»;
- Б1.В.ДВ.3.1 «Прикладные компьютерные программы»;
- Б1.В.ДВ.3.2 «Компьютерная графика»;
- Б1.В.ДВ.5.1 «Соппротивление материалов»;
- Б1.В.ДВ.5.2 «Теоретические основы анализа технологических процессов»;
- Б1.В.ДВ.9.1 «Управление техническими системами»;
- Б1.В.ДВ.9.2 «Основы анализа технологических систем»;

Знания, умения и навыки, полученные студентами в процессе изучения дисциплины, являются базой для изучения следующих дисциплин:

- Б1.В.ОД.7 «Технологическое оборудование нефтегазопереработки»;
- Б1.В.ДВ.8.1 «Качество продукции нефтегазопереработки»;
- Б1.В.ДВ.8.2 «Интеллектуальная собственность и патентоведение»;
- Б2.П.4 «Преддипломная практика»;
- Б3 «Государственная итоговая аттестация».

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

#### Аудиторная работа

Цикл:	Б1	Семестр
Часть цикла:	вариативная	
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.В.ДВ.9.1	
Часов (всего) по учебному плану:	72	7 семестр
Трудоемкость в зачетных единицах (ЗЕТ)	2	7 семестр
Лекции (ЗЕТ, часов)	0,5, 18	7 семестр
Практические занятия (ЗЕТ, часов)	-	7 семестр
Лабораторные работы (ЗЕТ, часов)	0,5, 18	7 семестр
Объем самостоятельной работы по учебному плану (ЗЕТ, часов всего)	1,0, 36	7 семестр
Зачет (ЗЕТ, из числа часов СРС)	0,25 9	7 семестр

#### Самостоятельная работа студентов

Вид работ	Трудоёмкость, ЗЕТ, час
Изучение материалов лекций (лк)	0,25 9
Подготовка к практическим занятиям (пз)	-
Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы (лаб)	0,25 9
Выполнение расчетно-графической работы (реферата)	-
Выполнение курсового проекта (работы)	-
Самостоятельное изучение дополнительных материалов дисциплины (СРС)	0,25 9
Подготовка к контрольным работам	-
Подготовка к тестированию	-
Подготовка к зачету	0,25 9
Всего:	1,0, 36
Подготовка к экзамену	-

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

№ п/п	Темы дисциплины	Всего часов на тему	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость (в часах)				
			лк	пр	лаб	СРС	в т.ч. интеракт
1	2	3	4	5	6	7	8
1	<b>Тема 1. Основные понятия и элементы</b>	20	4	-	8	8	-

	<b>теории управления. Статика систем управления.</b>						
2	<b>Тема 2. Математический аппарат исследования систем автоматического регулирования. Типовые звенья .</b>	18	6	-	4	8	-
3	<b>Тема 3. Устойчивость линейных систем управления.</b>	21	6	-	6	9	-
4	<b>Тема 4. Качество процессов управления</b>	13	2	-	-	11	-
<b>Всего в семестре 72 часа по видам учебных занятий</b>		<b>18</b>	<b>-</b>	<b>18</b>	<b>36</b>	<b>-</b>	<b>-</b>

## Содержание по видам учебных занятий

**Тема 1.** Основные понятия и элементы теории управления. Статика систем управления.

**Лекция 1.** Автоматизация ее цели и значение для развития производства. Связь теории автоматического управления с другими дисциплинами направления. Понятие управления, цели управления, объекты управления. Классификация систем управления, элементы систем управления, информация и принципы управления, примеры объектов и систем управления. Структурная схема типовой системы автоматического регулирования (САР). Виды регулирования. (2 часа).

**Лекция 2.** Статическая характеристика типового звена САР. Статический коэффициент передачи. Понятие статизма регулирования. Методы расчета САР в установившемся режиме по заданной точности регулирования. Расчет статической и астатической систем регулирования напряжения генератора постоянного тока. Преобразование Лапласа. Пример нахождения изображения для функции  $1^0(t)$ . Теорема разложения для случаев:  $V(p)$  - не имеет нулевых корней;  $V(p)$  имеет один нулевой корень. (2 часа).

**Лабораторная работа 1.** Изучение универсального лабораторного стенда. Работа выполняется фронтальным методом одновременно на шести стендах. Во время проведения лабораторной работы требуется изучить типовые структуры САР, ознакомиться с работой генераторов гармонического и прямоугольного импульсов, провести с использованием осциллографа тестовые измерения заданных параметров (4 часа).

**Лабораторная работа 2.** Статические характеристики элементов линейных систем автоматического регулирования. Работа выполняется фронтальным методом одновременно на шести стендах. Требуется снять статические характеристики звеньев входящих, в состав реализуемых на стенде САР. По полученным данным необходимо рассчитать статические коэффициенты передачи каждого звена и всей системы в целом (4 часа).

**Самостоятельная работа 1.** Подготовка к лекциям (2 часа), подготовка к выполнению и защите лабораторных работ (4 часа). Самостоятельное изучение следующих теоретических разделов дисциплины: понятие объекта регулирования; устойчивые неустойчивые и нейтральные объекты; прямое и обратное преобразование Лапласа, свойства преобразования Лапласа (2 часа). Всего по теме 1 – 8 часов.

**Текущий контроль** – устные опросы по самостоятельно изученным разделам, дополнительные вопросы во время защиты лабораторных работ №1 и №2.

**Тема 2.** Математический аппарат исследования САР. Типовые звенья .

**Лекция 3.** Передаточная функция САР. Пример нахождения передаточной функции для пассивного RC-контура. Переходная функция САР. Пример нахождения  $h(t)$  для звена с передаточной функцией вида:  $W(p)=K/(1+pT)$ . Комплексный коэффициент передачи. Годограф комплексного коэффициента передачи:  $W(j\omega)$ . Пример построения годографа системы с  $W(p)=K/(1+pT)$  (2 часа).

**Лекция 4.** Частотные характеристики САР. Амплитудно-частотная характеристика (АЧХ). Фазо-частотная характеристика (ФЧХ) Логарифмическая амплитудно-частотная характеристика (ЛАЧХ). Построение асимптотической ЛАЧХ для системы с  $W_p(p)=K/(1+pT)$ . Общие правила построения асимптотических ЛАЧХ. (2 часа).

**Лекция 5.** Типовые звенья САР. Пропорциональное, идеальное интегрирующее и дифференцирующее звенья. Реальное дифференцирующее звено. Устойчивое инерционное звено. Методы определения постоянной времени инерционного звена. Звено запаздывания. (2 часа).

**Лабораторная работа 3.** Статические характеристики систем автоматического регулирования. Работа выполняется фронтальным методом одновременно на шести стендах. Требуется снять статические характеристики по управлению разомкнутых и замкнутых систем регулирования скорости вращения вала, двигателя и напряжения генератора постоянного тока. По полученным данным необходимо рассчитать коэффициенты передачи разомкнутых и замкнутых структур (4 часа).

**Самостоятельная работа 2.** Подготовка к лекциям (3 часа), выполнению и защите лабораторной работы (2 часа). Самостоятельное изучение следующих теоретических разделов дисциплины: Структурная схема САР. Последовательное, параллельное согласное и параллельное встречное соединения звеньев. Правила переноса звеньев по и против направления ветвления схемы. Правила переноса узлов и сумматоров (3 часа). Всего к теме 2 – 8 часов.

**Текущий контроль** – устный опрос при проведении допуска к лабораторным работам, защита лабораторных работ.

### **Тема 3. Устойчивость линейных систем управления.**

**Лекция 6.** Понятие устойчивости САР. Необходимое и достаточное условия устойчивости САР. Необходимое условие устойчивости. Анализ устойчивости систем 1-го, и 2-го. Порядков. Критерий Гурвица. Анализ устойчивости системы 3-го порядка. Нахождение  $K_{rпред}$  для статической системы 3-го порядка (2 часа).

**Лекция 7.** Расчет  $K_{rпред}$  для астатической системы 3-го порядка. Методы изменения постоянной времени инерционного звена. Частотные критерии устойчивости. Принцип аргумента. Критерий Михайлова. Критерий Найквиста для систем устойчивых в разомкнутом состоянии (2 часа).

**Лекция 8.** Критерий Найквиста для систем неустойчивых в разомкнутом состоянии. Критерий Найквиста для систем нейтральных в разомкнутом состоянии. Анализ устойчивости САР с запаздыванием. Практический критерий Найквиста. Критерий Найквиста для логарифмических частотных характеристик (2 часа).

**Лабораторная работа 4.** Динамические характеристики элементов САР. Работа выполняется фронтальным методом одновременно на шести стендах. Необходимо определить с помощью осциллографа постоянные времени динамических звеньев входящих в состав исследуемых САР, а также снять амплитудно-частотную характеристику одного из звеньев системы (4 часа).

**Лабораторная работа 5.** Во время данного занятия студенты выполняют незавершенные работы №2,3,4 или защищают выполненные работы (2 часа).

**Самостоятельная работа 3.** Подготовка к лекциям (3 часа), выполнению и защите лабораторных работ (3 часа), самостоятельное изучение следующих теоретических разделов дисциплины: анализ устойчивости САР с запаздыванием; запасы устойчивости САР; определение запаса устойчивости по логарифмическим частотным характеристикам (3 часа). Всего к теме 3 – 9 часов.

**Текущий контроль** – устный опрос при проведении допуска к лабораторным работам, защита лабораторных работ.



#### **Тема 4. Качество процессов управления.**

**Лекция 9.** Точность регулирования. Статическая ошибка регулирования. Кинетическая ошибка регулирования. Качество САР с типовыми регуляторами. Определение показателей качества по кривой переходного процесса. Оценка качества регулирования САР по ЛАЧХ (2 часа).

**Самостоятельная работа 4.** Подготовка к лекциям (2 часа). Всего к теме 4 – 2 часа.

**Самостоятельная работа 5.** Подготовка к зачету (9 часов).

#### **Промежуточная аттестация по дисциплине: зачет с оценкой.**

Изучение дисциплины заканчивается зачетом с оценкой. Зачет с оценкой проводится в соответствии с Положением о зачетной и экзаменационной сессиях в НИУ МЭИ и инструктивным письмом от 14.05.2012 г. №И-23.

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

Самостоятельная работа студентов по дисциплине организуется в соответствии с «Положением об организации самостоятельной работы студентов», утвержденным заместителем директора филиала ФБГОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске 02.04.2014 г.

Для обеспечения самостоятельной работы разработаны:

1. методические указания к лабораторным работам (Приложение РПД)
2. методические рекомендации по самостоятельной работе (Приложение РПД)

#### **6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

##### **6.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования**

При освоении дисциплины формируются следующие компетенции: ОПК-2, ОПК-4, ПК-1, ПК-2.

Указанные компетенции формируются в соответствии со следующими этапами:

1. Формирование и развитие теоретических знаний, предусмотренных указанными компетенциями (лекционные занятия, самостоятельная работа студентов).
2. Приобретение и развитие практических умений, предусмотренных компетенциями (лабораторные работы, самостоятельная работа студентов).
3. Закрепление теоретических знаний, умений и практических навыков, предусмотренных компетенциями, в ходе защит лабораторных работ, успешной сдачи зачета.

##### **6.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описания шкал оценивания**

Сформированность каждой компетенции в рамках освоения данной дисциплины оценивается по трехуровневой шкале:

- пороговый уровень является обязательным для всех обучающихся по завершении освоения дисциплины;
- продвинутый уровень характеризуется превышением минимальных характеристик сформированности компетенции по завершении освоения дисциплины;
- эталонный уровень характеризуется максимально возможной выраженностью компетенции и является важным качественным ориентиром для самосовершенствования.

При достаточном качестве освоения более 80% приведенных знаний, умений и навыков преподаватель оценивает освоение данной компетенции в рамках настоящей дисциплины на эталонном уровне, при освоении более 60% приведенных знаний, умений и навыков – на продвинутом, при освоении более 40% приведенных знаний, умений и навыков - на пороговом уровне. В противном случае компетенция в рамках настоящей дисциплины считается неосвоенной.

Уровень сформированности каждой компетенции на различных этапах ее формирования в процессе освоения данной дисциплины оценивается в ходе текущего контроля успеваемости и представлен различными видами оценочных средств.

Для оценки сформированности в рамках данной дисциплины компетенции **ОПК-2**, характеризуемой «владением достаточными для профессиональной деятельности навыками работы с персональным компьютером» преподавателем оценивается содержательная сторона и качество материалов, собранных студентом в отчетах при выполнении лабораторных работ и самостоятельной подготовке к выполнению лабораторных работ. Учитываются также ответы студента на вопросы при защитах лабораторных работ.

Принимается во внимание **знания** обучающимися:

- методов оценки параметров технических систем с использованием стандартных математических пакетов;

наличие **умения**:

- корректно поставить и компьютерно реализовать исследовательские задачи определения работоспособности и качества работы технических систем;

присутствие **навыка**:

- владение методами количественного и качественного анализа конкретных моделей управляемых динамических систем с использованием современных прикладных программных средств;

Критерии оценивания уровня сформированности компетенции **ОПК-2** в процессе выполнения и защит лабораторных работ.

Студенту при выполнении и защите лабораторных работ задается 2 вопроса из следующего примерного перечня:

1. Какой из стандартных математических пакетов Вы использовали при составлении отчета, и почему?
2. Как Вы построили график интерполяционного полинома с использованием данного приложения?
3. С использованием, какого графического редактора построены приведенные в отчете структурные схемы систем управления?
4. Какими «примитивами» графического редактора Вы пользовались при построении структурных схем?
5. Как реализуется возможность построения на одном рисунке графиков двух функциональных зависимостей?
6. Как в используемом Вами стандартном приложении реализуется построение асимптотической логарифмической амплитудно-частотной характеристики системы?
7. В используемом Вами приложении выполняется построение графиков амплитудно-частотных характеристик в логарифмическом масштабе?

Полный ответ на один вопрос, частичный ответ на два вопроса соответствуют пороговому уровню сформированности компетенции на данном этапе ее формирования, полный ответ на один, и частичный ответ на второй – продвинутому уровню; при полном ответе на два вопроса – эталонному уровню.

Для оценки сформированности в рамках данной дисциплины компетенции **ОПК-4**, характеризуемой «пониманием сущности и значения информации в развитии современного общества, способностью получать и обрабатывать информацию из различных источников,



готовностью интерпретировать, структурировать и оформлять информацию в доступном для других виде», преподавателем оценивается содержательная сторона и качество материалов, собранных студентом в отчетах при выполнении лабораторных работ и самостоятельной подготовке к выполнению лабораторных работ. Учитываются также ответы студента на вопросы при защитах лабораторных работ.

Принимается во внимание **знания** обучающимися:

- основных математических схем, используемых для описания и исследования управляемых динамических систем различных типов;

наличие **умения**:

- проводить анализ технологического процесса как объекта управления;

присутствие **навыка**:

- владения современным математическим аппаратом описания и исследования различных классов управляемых динамических систем;

Критерии оценивания уровня сформированности компетенции **ОПК-4** в процессе выполнения и защит лабораторных работ.

Студенту при выполнении и защите лабораторных работ задается 2 вопроса из следующего примерного перечня:

1. Как по полученным экспериментальным данным определить статический коэффициент передачи исследуемого звена?
2. Как Вы сохраняли полученные осциллограммы динамических процессов протекающих в исследуемом звене для их дальнейшей обработки?
3. С использованием, какого метода Вы практически оценили параметры исследуемого динамического звена?
4. Какой метод Вы использовали для оценки частотных свойств динамического звена. В чем он заключается?
5. Как по полученной экспериментальным путем амплитудно-частотной характеристике можно построить точную и асимптотическую логарифмические частотные характеристики?
6. Какой метод расчета фазочастотных характеристик, по заданным амплитудно-частотным характеристикам, Вы использовали.? Поясните его суть на конкретном примере.
7. Как можно рассчитать ошибку рассматриваемой системы стабилизации скорости по известным параметрам, входящих в ее состав звеньев?

Полный ответ на один вопрос, частичный ответ на два вопроса соответствуют пороговому уровню сформированности компетенции на данном этапе ее формирования, полный ответ на один, и частичный ответ на второй – продвинутому уровню; при полном ответе на два вопроса – эталонному уровню.

Для оценки сформированности в рамках данной дисциплины компетенции **ПК-1**, характеризуемой «способностью к систематическому изучению научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по соответствующему профилю подготовки» преподавателем оценивается содержательная сторона и качество материалов, собранных студентом в отчетах при выполнении лабораторных работ и самостоятельной подготовке к выполнению лабораторных работ. Учитываются также ответы студента на вопросы при защитах лабораторных работ.

Принимается во внимание **знания** обучающимися:

- особенностей различных классов управляемых динамических систем, функционирующих как в непрерывном, так и в дискретном времени, их взаимосвязь друг с другом и их классификацию;

наличие **умения**:

-формулировать и решать задачу анализа параметров динамических систем с использованием современных прикладных программных средств и современных технологий программирования

присутствие **навыка:**

-методами количественного и качественного анализа конкретных моделей управляемых динамических систем с использованием современных прикладных программных средств;

Критерии оценивания уровня сформированности компетенции **ПК-1** в процессе выполнения и защит лабораторных работ.

Студенту при выполнении и защите лабораторных работ задается 2 вопроса из следующего примерного перечня:

1. Какие классы управляемых динамических систем Вы знаете? В чем особенности каждого из них?
2. Какие современные методы оценки параметров технических систем Вы знаете?
3. Какие стандартные приложения для моделирования технических систем появились в последнее время?
4. Как по Вашему мнению можно улучшить точность рассматриваемых систем?
5. Что по Вашему мнению нужно изменить в рассматриваемой динамической системе для улучшения ее быстродействия?
6. Какие способы настройки технических систем с типовыми регуляторами Вы знаете?
7. С использованием каких методов можно оценить параметры рассматриваемых динамических звеньев?

Полный ответ на один вопрос, частичный ответ на два вопроса соответствуют пороговому уровню сформированности компетенции на данном этапе ее формирования, полный ответ на один, и частичный ответ на второй – продвинутому уровню; при полном ответе на два вопроса – эталонному уровню.

Для оценки сформированности в рамках данной дисциплины компетенции **ПК-2**, характеризуемой «умением моделировать технических объектов и технологических процессов с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования, проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов», преподавателем оценивается содержательная сторона и качество материалов, собранных студентом в отчетах при выполнении лабораторных работ и самостоятельной подготовке к выполнению лабораторных работ. Учитываются также ответы студента на вопросы при защитах лабораторных работ.

Принимается во внимание **знания** обучающимися:

- математических результатов, характеризующие различные классы управляемых динамических систем

наличие **умения:**

- оценивать и интерпретировать полученные результаты расчетов при решении задач управления и синтеза

присутствие **навыка:**

- владение методами математического моделирования технических систем

Критерии оценивания уровня сформированности компетенции **ПК-2** в процессе выполнения и защит лабораторных работ.

Студенту при выполнении и защите лабораторных работ задается 2 вопроса из следующего примерного перечня:

1. Как экспериментальным путем определить статический коэффициент передачи исследуемого звена?
2. Как построить математическую модель системы управления в статике?
3. Какие стандартные приложения для моделирования технических систем появились в последнее время?

4. Как с использованием математических пакетов можно смоделировать интегрирующее звено и оценить его параметры?
5. Как с использованием математических пакетов можно смоделировать инерционное звено и найти коэффициент передачи и постоянную времени?
6. Смоделируйте в статике рассматриваемую систему стабилизации скорости и определите  $K_{oc}$ - коэффициент передачи замкнутой системы?
7. Как в используемом математическом пакете получить график переходного процесса системы стабилизации скорости?

Полный ответ на один вопрос, частичный ответ на два вопроса соответствуют пороговому уровню сформированности компетенции на данном этапе ее формирования, полный ответ на один, и частичный ответ на второй – продвинутому уровню; при полном ответе на два вопроса – эталонному уровню.

Общая оценка сформированности компетенций определяется на этапе промежуточной аттестации.

Формой промежуточной аттестации по данной дисциплине является зачет с оценкой, оцениваемый по принятой в НИУ «МЭИ» четырехбалльной системе: "отлично", "хорошо", "удовлетворительно", "неудовлетворительно".

Оценка «удовлетворительно» означает, что все компетенции, закрепленные за дисциплиной, освоены на уровне не ниже порогового.

Оценка «хорошо» означает, что все компетенции, закрепленные за дисциплиной, освоены на уровне не ниже продвинутого.

Оценка «отлично» означает, что все компетенции, закрепленные за дисциплиной, освоены на эталонном уровне.

Критерии оценивания для зачета в устной форме (в соответствии с инструктивным письмом НИУ МЭИ от 14 мая 2012 года № И-23):

Оценки «отлично» заслуживает студент, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание материалов изученной дисциплины, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоивший основную и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной рабочей программой дисциплины; проявивший творческие способности в понимании, изложении и использовании материалов изученной дисциплины, безупречно ответившему не только на вопросы билета, но и на дополнительные вопросы в рамках рабочей программы дисциплины, правильно выполнившему практические задание

Оценки «хорошо» заслуживает студент, обнаруживший полное знание материала изученной дисциплины, успешно выполняющий предусмотренные задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную рабочей программой дисциплины; показавший систематический характер знаний по дисциплине, ответивший на все вопросы билета, правильно выполнивший практические задание, но допустивший при этом принципиальные ошибки.

Оценки «удовлетворительно» заслуживает студент, обнаруживший знание материала изученной дисциплины в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справляющийся с выполнением заданий, знакомы с основной литературой, рекомендованной рабочей программой дисциплины; допустившим погрешность в ответе на теоретические вопросы и/или при выполнении практических заданий, но обладающий необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя, либо неправильно выполнившему практическое задание, но по указанию преподавателя выполнившим другие практические задания из того же раздела дисциплины.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, обнаружившему серьезные пробелы в знаниях основного материала изученной дисциплины, допустившему принципиальные ошибки в выполнении заданий, не ответившему на все вопросы билета и дополнительные вопросы и неправильно выполнившему практическое задание (неправильное выполнение только практического задания не является однозначной причиной для выставления оценки

«неудовлетворительно»). Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение по образовательной программе без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине (формирования и развития компетенций, закреплённых за данной дисциплиной). Оценка «неудовлетворительно» выставляется также, если студент: после начала зачета отказался его сдавать или нарушил правила сдачи зачета (списывал, подсказывал, обманом пытался получить более высокую оценку и т.д.).

В зачетную книжку студента и выписку к диплому выносятся оценка зачета по дисциплине за 7 семестр.

### **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**

Вопросы по формированию и развитию теоретических знаний, предусмотренных компетенциями, закреплёнными за дисциплиной (примерные вопросы по лекционному материалу дисциплины):

1. Основные понятия и определения теории управления (объект, регулятор, регулируемая величина, заданное значение).
2. Определение устойчивости САР. Необходимое условие устойчивости.
3. Классификация САР
4. Достаточное условие устойчивости
5. . Функциональная схема. Принципы регулирования
6. Запасы устойчивости САР
7. Типовые звенья САР: устойчивое инерционное звено
8. Определение  $K_{пр}$  для статической системы
9. Типовые звенья САР: идеальное и реальное интегрирующее звенья
10. Определение  $K_{пр}$  для статической системы 3-го порядка
11. Типовые звенья САР: пропорциональное, интегрирующее
12. Устойчивость систем первого и второго порядков
13. Комплексный коэффициент передачи
14. Практический критерий Найквиста
15. Основные теоремы преобразования Лапласа
16. Критерий устойчивости Гурвица
17. Передаточная функция. Характеристическое уравнение
18. Критерий Гурвица для систем 3-го порядка
19. Способы определения постоянной времени инерционного звена
20. Правила преобразования структурных схем: последовательное, параллельное – согласное
21. Определение  $K_{пр}$  для астатической системы 3-го порядка
22. Комплексный коэффициент передачи. Годограф ККП
- Принцип аргумента
23. Частотные характеристики
24. Критерий Михайлова
25. Логарифмические частотные характеристики. Асимптотические ЛАЧХ
26. Критерий Найквиста для устойчивых систем в разомкнутом состоянии
27. Критерий Найквиста для нейтральных систем в разомкнутом состоянии
28. Практический критерий Найквиста для годографов и ЛЧХ

29. Точность процесса регулирования: статическая ошибка
30. Точность процесса регулирования: кинетическая ошибка
31. Определение качества регулирования по переходной функции

Вопросы по приобретению и развитию практических умений, предусмотренных компетенциями, закрепленными за дисциплиной (примеры вопросов к лабораторным работам):

1. Что Вы понимаете под функциональной схемой системы автоматического регулирования? Приведите пример.
2. Как системы автоматического регулирования классифицируются по виду задания на регулирования?
3. Какие виды регулирования Вы знаете?
4. Как системы автоматического регулирования классифицируются по характеру динамических процессов?
5. Что Вы понимаете под регулятором автоматической системы?
6. Как объекты управления классифицируются по степени устойчивости?
7. Что является возмущающим воздействием в системе стабилизации скорости вращения вала двигателя?
8. Что является возмущающим воздействием в системе стабилизации напряжения генератора постоянного тока.
9. Что такое статический режим работы САР?
10. Чем характеризуются звенья системы в режиме статики?
11. Как получить статическую характеристику звена экспериментальным путем?
12. Как по статической характеристике звена рассчитать его коэффициент передачи?
13. Дать определение коэффициента передачи разомкнутой системы?
14. Как экспериментально рассчитать  $K_p$ ?
15. В чем отличие астатических систем регулирования от статических?
16. Что такое системы стабилизации?
17. Какова размерность  $K_p$  в статической системе?
18. Какова размерность коэффициентов передачи отдельных звеньев: усилителя рассогласования, усилителя мощности, устройства двигатель-генератор, двигателя по скорости, датчика скорости?
19. Дать определение статической системе регулирования.
20. Дать определение статизму системы.
21. Дать определение астатической системе регулирования.
22. Почему в статической системе принципиально невозможно выполнение условия  $U_\delta=0$ ?
23. Что такое астатическое звено САР?
24. Что такое статизм объекта?
25. Что следует предпринять для повышения точности системы стабилизации?
26. Что такое напряжение трогания двигателя  $U_{тр}$ ? Как найти  $U_{тр}$ , приведенное ко входу двигателя?
27. Что произойдет с регулируемой величиной  $\omega$  при изменении коэффициента передачи усилителя рассогласования, усилителя мощности.
28. Что произойдет с регулируемой величиной  $\omega$  при изменении коэффициента передачи датчика скорости.
29. Дать определение передаточной функции и комплексного коэффициента передачи звена.
30. Дать определение переходной функции звена.
31. Дать определение АЧХ и ФЧХ звена.
32. Как определить постоянную времени инерционного звена по его переходной характеристике?



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

Процедуры оценивания знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций, изложены в:

1. методические указания к лабораторным работам (Приложение РПД)
2. методические рекомендации по самостоятельной работе (Приложение)

## **7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

### **а) основная литература**

1. Первозванский А.А. Курс теории автоматического управления [электронный ресурс] // А.А. Первозванский. — СПб. : Лань, 2015. — 624 с. В ЭБС «Лань». Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=68460](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=68460)
2. Коновалов Б.И., Лебедев Ю.М. Теория автоматического управления [электронный ресурс] // Б.И. Коновалов, Ю.М. Лебедев. — СПб.: Лань, 2010. — 224 с. В ЭБС «Лань». Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=538](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=538)
3. Гайдук А.Р., Беляев В.Е., Пьявченко Т.А. Теория автоматического управления в примерах и задачах с решениями в MATLAB [электронный ресурс] // А.Р. Гайдук, В.Е. Беляев, Т.А. Пьявченко. — СПб. : Лань, 2010. — 464 с. В ЭБС «Лань». Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=2033](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2033)
4. Прокуденков Н.П. Сборник лабораторных работ по курсу «Основы теории управления» [Текст]: методические указания / Н.П. Прокуденков. – Смоленск: РИО филиала ФГБОУ ВО «НИУ МЭИ» в г. Смоленске, 2015. – 28 с.(40 экз.)

### **б) дополнительная учебная литература**

1. Петраков Ю.В., Драчев О.И. Теория автоматического управления технологическими системами [электронный ресурс] // Ю.В. Петраков, О.И. Драчев. – М.: Машиностроение, 2008. – 336 с. В ЭБС «Лань». Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=751](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=751)
3. Ротач В.Я. Теория автоматического управления: учебник для вузов // В.Я. Ротач. – М.: Издательский дом МЭИ, 2007. – 400 с.(6 экз)

## **8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» необходимых для освоения дисциплины**

1. <http://www.mpei.ac.ru> – Методы анализа систем управления с использованием математического пакета MathCad.

## **9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Дисциплина предусматривает лекции раз в две недели и лабораторные работы раз в четыре недели. Изучение курса завершается зачетом с оценкой.

Успешное изучение курса требует посещения лекций, активной работы на лабораторных работах, выполнения всех учебных заданий преподавателя, ознакомления с основной и дополнительной литературой.

Во время **лекции** студент должен вести краткий конспект.

Работа с конспектом лекций предполагает просмотр конспекта в тот же день после занятий. При этом необходимо пометить материалы конспекта, которые вызывают затруднения для



понимания. При этом обучающийся должен стараться найти ответы на затруднительные вопросы, используя рекомендуемую литературу. Если ему самостоятельно не удалось 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.

**Лабораторные работы** составляют важную часть профессиональной подготовки студентов. Они направлены на экспериментальное подтверждение теоретических положений и формирование учебных и профессиональных практических умений.

Выполнение студентами лабораторных работ направлено на:

обобщение, систематизацию, углубление, закрепление полученных теоретических знаний по конкретным темам дисциплин;

формирование необходимых профессиональных умений и навыков;

Дисциплины, по которым планируются лабораторные работы и их объемы, определяются рабочими учебными планами.

Методические указания по проведению лабораторных работ разрабатываются на срок действия РПД (ПП) и включают:

заглавие, в котором указывается вид работы (лабораторная), ее порядковый номер, объем в часах и наименование;

цель работы;

предмет и содержание работы;

оборудование, технические средства, инструмент;

порядок (последовательность) выполнения работы;

правила техники безопасности и охраны труда по данной работе (по необходимости);

общие правила к оформлению работы;

контрольные вопросы и задания;

список литературы (по необходимости).

Содержание лабораторных работ фиксируется в РПД в разделе 4 настоящей программы.

При планировании лабораторных работ следует учитывать, что наряду с ведущей целью - подтверждением теоретических положений - в ходе выполнения заданий у студентов формируются практические умения и навыки обращения с лабораторным оборудованием, аппаратурой и пр., которые могут составлять часть профессиональной практической подготовки, а также исследовательские умения (наблюдать, сравнивать, анализировать, устанавливать зависимости, делать выводы и обобщения, самостоятельно вести исследование, оформлять результаты).

Состав заданий для лабораторной работы должен быть спланирован с таким расчетом, чтобы за отведенное время они могли быть качественно выполнены большинством студентов.

Необходимыми структурными элементами лабораторной работы, помимо самостоятельной деятельности студентов, являются инструктаж, проводимый преподавателем, а также организация обсуждения итогов выполнения лабораторной работы.

Выполнению лабораторных работ может предшествовать проверка знаний студентов – их теоретической готовности к выполнению задания. Помимо собственно выполнения работы для каждой лабораторной работы предусмотрена процедура защиты, в ходе которой преподаватель проводит устный или письменный опрос студентов для контроля понимания выполненных ими измерений, правильной интерпретации полученных результатов и усвоения ими основных теоретических и практических знаний по теме занятия.

**Самостоятельная работа студентов (СРС)** по дисциплине играет важную роль в ходе всего учебного процесса. Методические материалы и рекомендации для обеспечения СРС готовятся преподавателем и являются неотъемлемой частью программы.

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

Не предусматривается.

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

**Лекционные занятия:**

Аудитория, доска, мел.

**Лабораторные работы** по данной дисциплине проводятся в лаборатории «Основ теории управления», оснащенной шестью универсальными стендами.

Автор:  
кандидат технических наук, доцент

Н.П. Прокуденков

Зав. кафедрой ВТ  
доктор технических наук, профессор

А.С. Федулов

Программа одобрена на заседании кафедры 26 ноября 2015 года, протокол № 5.

### ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

Номер изменения	Номера страниц				Всего страниц в документе	Наименование и № документа, вводящего изменения	Подпись, Ф.И.О. внесшего изменения в данный экземпляр	Дата внесения изменения в данный экземпляр	Дата введения изменения
	измененных	замененных	новых	аннулированных					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10