МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Директор департамента образования
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Теория автоматического управления

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **11.03.04 Электроника и наноэлектроника**
Направленность (профиль) / специализация: **Промышленная электроника**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФЭТ, Факультет электронной техники**
Кафедра: **ПрЭ, Кафедра промышленной электроники**
Курс: **3**
Семестр: **5, 6**
Учебный план набора 2016 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	5 семестр	6 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	20	0	20	часов
2	Практические занятия	26	0	26	часов
3	Лабораторные работы	16	0	16	часов
4	Курсовой проект / курсовая работа	0	24	24	часов
5	Всего аудиторных занятий	62	24	86	часов
6	Самостоятельная работа	46	48	94	часов
7	Всего (без экзамена)	108	72	180	часов
8	Подготовка и сдача экзамена	36	0	36	часов
9	Общая трудоемкость	144	72	216	часов
		4.0	2.0	6.0	З.Е.

Экзамен: 5 семестр
Курсовой проект / курсовая работа: 6 семестр

Томск 2018

Согласована на портале № 46420

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 50 от «26» 4 2018 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.03.04 Электроника и наноэлектроника, утвержденного 12.03.2015 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ПрЭ «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчик:

доцент каф. ПрЭ	_____	Ю. М. Лебедев
Заведующий обеспечивающей каф. ПрЭ	_____	С. Г. Михальченко

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан ФЭТ	_____	А. И. Воронин
Заведующий выпускающей каф. ПрЭ	_____	С. Г. Михальченко

Эксперты:

Председатель методкомиссии ФЭТ, доцент кафедры физической электроники	_____	И. А. Чистоедова
профессор, зам. зав. кафедрой по методической работе кафедры промышленной электроники	_____	Н. С. Легостаев

Согласована на портале № 46420

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

Целью дисциплины является формирование представлений о свойствах технических систем с обратными связями, возможностях целенаправленной коррекции показателей качества функционирования таких систем и практическом применении полученных навыков на практике при изучении последующих дисциплин (методы анализа и расчета электронных схем, энергетическая электроника и т.д.). В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

• ОПК-3 (способность решать задачи анализа и расчёта характеристик электрических цепей);

• ОПК-9 (способность использовать навыки работы с компьютером, владеть методами информационных технологий, соблюдать основные требования информационной безопасности);

• ПК-1 (способность строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования.

1.2. Задачи дисциплины

– Задачами изучения дисциплины является освоение методов анализа и синтеза систем автоматического управления техническими объектами.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Теория автоматического управления» (Б1.В.ОД.5) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Теория автоматического управления, Аналоговая электроника, Математика, Основы преобразовательной техники, Теоретические основы электротехники, Электрические машины.

Последующими дисциплинами являются: Теория автоматического управления, Методы анализа и расчета электронных схем, Энергетическая электроника.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ОПК-3 способностью решать задачи анализа и расчета характеристик электрических цепей;

– ОПК-9 способностью использовать навыки работы с компьютером, владеть методами информационных технологий, соблюдать основные требования информационной безопасности;

– ПК-1 способностью строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

– **знать** – математический аппарат, применяемый для анализа линейных непрерывных и дискретных систем автоматического управления; – передаточные функции типовых динамических звеньев систем автоматического управления, их характеристики и варианты практической реализации; – методы оценки устойчивости линейных непрерывных и дискретных систем автоматического управления; – основные частотные и временные характеристики линейных непрерывных и дискретных систем автоматического управления и способы их получения; – способы коррекции точностных, динамических и частотных характеристик линейных непрерывных систем автоматического управления, синтез и выбор последовательных корректирующих устройств (регуляторов); – методы электронного моделирования линейных непрерывных и дискретных систем автоматического управления.

– **уметь** – рассчитывать частотные и временные характеристики линейных непрерывных систем автоматического управления и проводить их анализ; – синтезировать корректирующие устройства для получения требуемых показателей качества регулирования в одноконтурных и многоконтурных системах автоматического управления.

– **владеть** – методикой расчёта статических, частотных и временных характеристик ли-

Согласована на портале № 46420

нейных непрерывных систем автоматического управления; – методикой анализа и синтеза многоконтурных систем электропривода с подчинённым регулированием.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры	
		5 семестр	6 семестр
Аудиторные занятия (всего)	86	62	24
Лекции	20	20	0
Практические занятия	26	26	0
Лабораторные работы	16	16	0
Курсовой проект / курсовая работа	24	0	24
Самостоятельная работа (всего)	94	46	48
Подготовка к контрольным работам	4	4	0
Выполнение курсового проекта / курсовой работы	48	0	48
Выполнение индивидуальных заданий	8	8	0
Оформление отчетов по лабораторным работам	14	14	0
Проработка лекционного материала	10	10	0
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	10	10	0
Всего (без экзамена)	180	108	72
Подготовка и сдача экзамена	36	36	0
Общая трудоемкость, ч	216	144	72
Зачетные Единицы	6.0	4.0	2.0

5. Содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

Названия разделов дисциплины	Лек., ч	Прак. зан., ч	Лаб. раб., ч	КП/КР, ч	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
5 семестр							
1 Основные понятия и определения.	1	0	0	0	1	2	ОПК-3
2 Математическое описание линейных непрерывных систем.	5	8	4	0	9	26	ОПК-3, ОПК-9, ПК-1
3 Устойчивость линейных непрерывных систем автоматического управления.	2	6	0	0	13	21	ОПК-3, ОПК-9, ПК-1

Согласована на портале № 46420

4 Оценка качества регулирования.	4	4	4	0	8	20	ОПК-3, ОПК-9, ПК-1
5 Коррекция динамических характеристик систем автоматического управления.	4	6	8	0	11	29	ОПК-3, ОПК-9, ПК-1
6 Нелинейные системы.	1	0	0	0	1	2	ОПК-3, ОПК-9
7 Системы дискретного действия.	3	2	0	0	3	8	ОПК-3, ОПК-9, ПК-1
Итого за семестр	20	26	16	0	46	108	
6 семестр							
8 Курсовой проект	0	0	0	24	48	48	ОПК-3, ОПК-9, ПК-1
Итого за семестр	0	0	0	24	48	72	
Итого	20	26	16	24	94	180	

5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

Содержание разделов дисциплин (по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

Названия разделов	Содержание разделов дисциплины (по лекциям)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
5 семестр			
1 Основные понятия и определения.	Предмет дисциплины и ее значение для электроники. Классификация систем автоматического управления (САУ). Принципы управления по отклонению и возмущению	1	ОПК-3
	Итого	1	
2 Математическое описание линейных непрерывных систем.	Статические характеристики элементов и систем. Дифференциальные уравнения и передаточные функции. Частотные функции и характеристики: амплитудно-фазовая; вещественная; мнимая; амплитудная; фазовая; логарифмические амплитудная и фазовая. Временные функции и характеристики: переходная и импульсная переходная. Классификация типовых динамических звеньев. Минимально- и неминимально фазовые звенья. Минимально фазовые динамические звенья и их характеристики. Реализация минимально фазовых звеньев на операционных усилителях.Понятие структурной схемы, элементы структурных схем, правила преобразования структурных схем. Передаточные функции линейных непрерывных систем	5	ОПК-3, ПК-1

Согласована на портале № 46420

	Итого	5	
3 Устойчивость линейных непрерывных систем автоматического управления.	Физическое понятие устойчивости. Необходимое условие устойчивости линейных непрерывных систем. Критерии устойчивости: алгебраический Гурвица и частотные Михайлова и Найквиста. Понятие критического (граничного) значения варьируемого пара-метра. Оценка устойчивости по логарифмическим частотным характеристикам.Понятие и меры запасов устойчивости. Обеспечение заданных запасов устойчивости	2	ОПК-3, ОПК-9
	Итого	2	
4 Оценка качества регулирования.	Показатели качества регулирования: точность в установившемся режиме, длительность переходного процесса, перерегулирование, колебательность. Статические и астатические системы, порядок астатизма. Критерии качества переходного процесса: частотные, корневые, интегральные. Построение переходного процесса путем непосредственного перехода от изображения к оригиналу через обратное преобразование Лапласа. Применение интегрированной системы программирования MathCAD для построения переходного процесса и решения прочих задач теории автоматического управления.	4	ОПК-3, ОПК-9, ПК-1
	Итого	4	
5 Коррекция динамических характеристик систем автоматического управления.	Постановка задач стабилизации и коррекции. Последовательная и параллельная коррекция. Последовательные корректирующие звенья (регуляторы). .Синтез корректирующих цепей по логарифмическим частотным характеристикам.Параллельная коррекция. Гибкие и жесткие корректирующие обратные связи.Многоконтурные системы подчиненного регулирования с последовательной коррекцией. Применение типовых настроек (на симметричный и технический оптимумы) для синтеза регуляторов в системах подчиненного регулирования.	4	ОПК-3, ОПК-9, ПК-1
	Итого	4	
6 Нелинейные системы.	Постановка задачи исследования систем с нелинейными статическими характеристиками. Метод фазовой плоскости.	1	ОПК-3, ОПК-9
	Итого	1	
7 Системы дискретного	Разновидности дискретных систем: релейные, импульсные и цифровые. Виды	3	ОПК-3, ОПК-9, ПК-1

Согласована на портале № 46420

действия.	импульсной модуляции. Основы математического описания линейных САУ с амплитудно-импульсной модуляцией (АИМ): уравнения в конечных разностях и дискретные передаточные функции. Дискретное преобразование Лапласа, Z - преобразование и W - преобразование. Устойчивость дискретных систем. Применение критериев устойчивости для анализа дискретных САУ. Частотные характеристики.		
	Итого	3	
Итого за семестр		20	
Итого		20	

5.3. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами представлены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

Наименование дисциплин	№ разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Предшествующие дисциплины								
1 Теория автоматического управления	+	+	+	+	+	+	+	+
2 Аналоговая электроника		+	+		+			
3 Математика		+					+	
4 Основы преобразовательной техники		+					+	
5 Теоретические основы электротехники		+						
6 Электрические машины								+
Последующие дисциплины								
1 Теория автоматического управления	+	+	+	+	+	+	+	+
2 Методы анализа и расчета электронных схем		+	+					
3 Энергетическая электроника		+				+	+	

5.4. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Компетенции	Виды занятий					Формы контроля
	Лек.	Прак. зан.	Лаб. раб.	КП/КР	Сам. раб.	

Согласована на портале № 46420

ОПК-3	+	+	+	+	+	Контрольная работа, Отчет по индивидуальному заданию, Защита отчета, Проверка контрольных работ, Собеседование, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Защита курсовых проектов / курсовых работ, Расчетная работа, Тест, Отчет по курсовому проекту / курсовой работе
ОПК-9	+	+	+	+	+	Контрольная работа, Защита отчета, Собеседование, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Защита курсовых проектов / курсовых работ, Расчетная работа, Тест, Отчет по курсовому проекту / курсовой работе
ПК-1	+	+	+	+	+	Контрольная работа, Отчет по индивидуальному заданию, Защита отчета, Проверка контрольных работ, Собеседование, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Защита курсовых проектов / курсовых работ, Расчетная работа, Тест, Отчет по курсовому проекту / курсовой работе

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП.

7. Лабораторные работы

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
5 семестр			
2 Математическое описание линейных непрерывных систем.	Исследование характеристик типовых динамических звеньев	4	ОПК-3, ОПК-9
	Итого	4	

Согласована на портале № 46420

4 Оценка качества регулирования.	Исследование характеристик статических и астатических САУ	4	ОПК-3, ОПК-9
	Итого	4	
5 Коррекция динамических характеристик систем автоматического управления.	Параллельная коррекция систем САУ.	4	ОПК-3, ОПК-9, ПК-1
	Последовательная коррекция САУ	4	
	Итого	8	
Итого за семестр		16	
Итого		16	

8. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
5 семестр			
2 Математическое описание линейных непрерывных систем.	Определение передаточных функций схем на пассивных элементах и операционных усилителях. Расчет и построение частотных характеристик.Контрольная работа № 1	8	ОПК-3, ОПК-9
	Итого	8	
3 Устойчивость линейных непрерывных систем автоматического управления.	Оценка устойчивости, определение граничного значения коэффициента передачи	2	ОПК-3, ОПК-9, ПК-1
	Контрольная работа №2.Защита индивидуального задания №1.	4	
	Итого	6	
4 Оценка качества регулирования.	Расчет и построение частотных, временных и статических характеристик.Защита индивидуального задания № 2	4	ОПК-3, ОПК-9, ПК-1
	Итого	4	
5 Коррекция динамических характеристик систем автоматического управления.	Синтез последовательных корректирующих устройств.Контрольная работа № 3.	4	ОПК-3, ОПК-9, ПК-1
	Защита индививидуального задания №3	2	
	Итого	6	
7 Системы дискретного действия.	Коллоквиум	2	ОПК-3, ОПК-9, ПК-1
	Итого	2	
Итого за семестр		26	
Итого		26	

9. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 9.1.

Согласована на портале № 46420

Таблица 9.1 – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
5 семестр				
1 Основные понятия и определения.	Проработка лекционного материала	1	ОПК-3	Тест
	Итого	1		
2 Математическое описание линейных непрерывных систем.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	3	ОПК-3, ОПК-9, ПК-1	Контрольная работа, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Проверка контрольных работ, Расчетная работа, Тест
	Проработка лекционного материала	2		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	2		
	Подготовка к контрольным работам	2		
	Итого	9		
3 Устойчивость линейных непрерывных систем автоматического управления.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ОПК-3, ОПК-9, ПК-1	Опрос на занятиях, Отчет по индивидуальному заданию, Проверка контрольных работ, Расчетная работа, Тест
	Проработка лекционного материала	1		
	Выполнение индивидуальных заданий	8		
	Подготовка к контрольным работам	2		
	Итого	13		
4 Оценка качества регулирования.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	3	ОПК-3, ОПК-9, ПК-1	Контрольная работа, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Расчетная работа, Тест
	Проработка лекционного материала	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	8		
5 Коррекция динамических характеристик систем автоматического управления.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ОПК-3, ОПК-9, ПК-1	Защита отчета, Контрольная работа, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Расчетная работа, Тест
	Проработка лекционного материала	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	8		
	Итого	11		
6 Нелинейные системы.	Проработка лекционного материала	1	ОПК-3, ОПК-9	Тест

Согласована на портале № 46420

	Итого	1		
7 Системы дискретного действия.	Проработка лекционного материала	3	ОПК-3, ОПК-9, ПК-1	Собеседование, Тест
	Итого	3		
Итого за семестр		46		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
6 семестр				
8 Курсовой проект	Выполнение курсового проекта / курсовой работы	18	ОПК-3, ОПК-9, ПК-1	Защита курсовых проектов / курсовых работ, Защита отчета, Отчет по курсовому проекту / курсовой работе, Тест
	Выполнение курсового проекта / курсовой работы	22		
	Выполнение курсового проекта / курсовой работы	8		
	Итого	48		
Итого за семестр		48		
Итого		130		

10. Курсовой проект / курсовая работа

Трудоемкость аудиторных занятий и формируемые компетенции в рамках выполнения курсового проекта / курсовой работы представлены таблице 10.1.

Таблица 10.1 – Трудоемкость аудиторных занятий и формируемые компетенции в рамках выполнения курсового проекта / курсовой работы

Наименование аудиторных занятий	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
6 семестр		
Разработка исходной структуры электромеханической системы	4	ОПК-3, ОПК-9, ПК-1
Анализ статических и динамических свойств электромеханической системы	10	
Синтез корректирующих устройств для обеспечения заданных показателей качества функционирования	6	
Моделирование скорректированной электромеханической системы	4	
Итого за семестр	24	

10.1. Темы курсовых проектов / курсовых работ

Примерная тематика курсовых проектов / курсовых работ:

– Курсовой проект по теории автоматического управления базируется на основе обобщенной структуры электромеханической системы с подчиненным регулированием. Индивидуальные варианты формируются включением различных обратных и компенсационных связей, параметрами электродвигателей и электрооборудования, функциональным назначением электропривода.

– Результатом проектирования должны быть схемы регуляторов (корректирующих устройств), которые в двух контурах управления обеспечивают заданные показатели качества функционирования (точность в установившемся режиме, время переходных процессов, перерегу-

Согласована на портале № 46420

лирование).

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Балльные оценки для элементов контроля

Элементы учебной деятельности	Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
5 семестр				
Защита отчета		12		12
Контрольная работа	8	4		12
Опрос на занятиях	3	3		6
Отчет по индивидуальному заданию	5	9		14
Отчет по лабораторной работе		4		4
Расчетная работа	1	2		3
Собеседование		10		10
Тест	5	4		9
Итого максимум за период	22	48		70
Экзамен				30
Нарастающим итогом	22	70	70	100
6 семестр				
Защита курсовых проектов / курсовых работ			30	30
Защита отчета	5	4	4	13
Отчет по курсовому проекту / курсовой работе	22	15	20	57
Итого максимум за период	27	19	54	100
Нарастающим итогом	27	46	100	100

11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Пересчет баллов в оценки за контрольные точки представлен в таблице 11.2.

Таблица 11.2 – Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Баллы на дату контрольной точки	Оценка
≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату КТ	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату КТ	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату КТ	3
< 60% от максимальной суммы баллов на дату КТ	2

11.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице

Согласована на портале № 46420

11.3.
Таблица 11.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка (ГОС)	Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен	Оценка (ECTS)
5 (отлично) (зачтено)	90 - 100	A (отлично)
4 (хорошо) (зачтено)	85 - 89	B (очень хорошо)
	75 - 84	C (хорошо)
	70 - 74	D (удовлетворительно)
3 (удовлетворительно) (зачтено)	65 - 69	
	60 - 64	E (посредственно)
2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. Теория автоматического управления [Электронный ресурс]: Учебное пособие / Лебедев Ю. М., Коновалов Б. И. - 2010. 162 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/807 (дата обращения: 16.09.2018).

12.2. Дополнительная литература

1. 1. Попов Е.П. Теория линейных систем автоматического регулирования и управления. – М.: Наука, 1989. – 303 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 53 экз.)
2. Юревич Е. И. Теория автоматического управления. — 4-е изд., перераб. и доп. — СПб. [Электронный ресурс]: БХВ-Петербург, 2016. — 560 с. — (Учебная литература для вузов). [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://ibooks.ru/reading.php?productid=353580. (дата обращения: 16.09.2018).
3. Мирошник И.В.Теория автоматического управления. Линейные системы : Учебное пособие для вузов / И. В. Мирошник. - СПб. : Питер, 2005. - 333[3] с (наличие в библиотеке ТУСУР - 28 экз.)

12.3. Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Лебедев, Ю. М. Теория автоматического управления [Электронный ресурс]: Учебное методическое пособие (Подготовка к контрольным работам - с. 9 - 28, индивидуальные задания - 29 - 31, пример выполнения индивидуальных заданий - с. 31 - 72). [Электронный ресурс] / Лебедев Ю. М. — Томск: ТУСУР, 2017. — 74 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6909 (дата обращения: 16.09.2018).
2. Лебедев, Ю. М. Теория автоматического управления [Электронный ресурс]: Руководство к лабораторным работам [Электронный ресурс] / Лебедев Ю. М. — Томск: ТУСУР, 2017. — 48 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6910 (дата обращения: 16.09.2018).
3. Лебедев, Ю. М. Теория автоматического управления [Электронный ресурс]: Методические указания к курсовому проектированию [Электронный ресурс] / Лебедев Ю. М. — Томск: ТУСУР, 2017. — 126 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6913 (дата обращения: 16.09.2018).

12.3.2. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

Для лиц с нарушениями зрения:

– в форме электронного документа;

Согласована на портале № 46420

– в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

12.4. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы не используются.

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины и требуемое программное обеспечение

13.1. Общие требования к материально-техническому и программному обеспечению дисциплины

13.1.1. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория с количеством посадочных мест не менее 22-24, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

13.1.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Вычислительная лаборатория / Компьютерный класс

учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ)

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 301б ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Персональные компьютеры (16 шт.);
- Интерактивная доска – «Smart-board» DViT (1 шт.);
- Мультимедийный проектор NEC (1 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

– ASIMEC

– Far Manager

– Google Chrome

– PTC Mathcad13, 14

– Windows XP Pro

13.1.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Вычислительная лаборатория / Компьютерный класс

учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ)

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 301б ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Персональные компьютеры (16 шт.);
- Интерактивная доска – «Smart-board» DViT (1 шт.);
- Мультимедийный проектор NEC (1 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;

Согласована на портале № 46420

- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- ASIMEC
- Far Manager
- Google Chrome
- PTC Mathcad13, 14
- Windows XP Pro

13.1.4. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:

- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 201 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Состав оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 5 шт.;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Перечень программного обеспечения:

- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

13.2. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания для обучающихся с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями зрениями** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для комфортного просмотра.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

14. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

14.1. Содержание оценочных материалов и методические рекомендации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы в составе:

Согласована на портале № 46420

14.1.1. Тестовые задания

1. Какие связи должны присутствовать в системе автоматического управления (САУ) при организации комбинированного управления?

Варианты ответов:

связь по возмущающему воздействию;

обратная связь;

связь по возмущающему воздействию и обратная связь;

все связи отсутствуют.

2. На управляющий вход замкнутой САУ поступает случайное воздействие. Укажите, к какому типу систем относится данная САУ.

Варианты ответов:

система стабилизации;

система с распределёнными параметрами;

следящая система;

система с программным управлением.

3. Звено описано передаточной функцией W(p) = 10/(0,25p2 +1). Какой характер должен иметь переходный процесс на выходе этого звена?

Варианты ответов:

затухающие колебания;

незатухающие колебания;

апериодический;

линейно нарастающий

4. Асимптотическая ЛАЧХ звена имеет начальный наклон +20 дБ/дек и нулевой наклон после частоты сопряжения. Определить типовое динамическое звено, имеющее данную ЛАЧХ.

Варианты ответов:

инерционное форсирующее;

изодромное;

реальное дифференцирующее;

колебательное.

5. Характеристическое уравнение замкнутой САУ имеет корни p1= -234, p2 = -10, p3 = 5j, p4 = -5j. Определить устойчивость САУ.

Варианты ответов:

устойчива;

неустойчива;

условно устойчива;

на границе устойчивости.

6. Заданы координаты точек A(80, 0j), B(0, -10j), C(-0.2, 0), D(0, 0j), через которые проходит годограф Найквиста при изменении частоты от нуля до бесконечности. Определить устойчивость САУ.

Варианты ответов:

устойчива;

неустойчива;

условно устойчива;

на границе устойчивости

7. Заданы координаты точек A(80, 0j), B(0, 10j), C(2, 0j), D(-10, -5j), через которые проходит годограф Михайлова для САУ четвертого порядка при изменении частоты от нуля до бесконечности. Определить устойчивость САУ.

Варианты ответов:

устойчива;

неустойчива;

условно устойчива;

на границе устойчивости

8. Логарифмическая амплитудная частотная характеристика разомкнутой цепи САУ проходит через нуль на частоте 100 1/с, а её логарифмическая фазовая частотная характеристика дости-

Согласована на портале № 46420

гает значения -180 градусов на частоте 160 1/с. Определить устойчивость САУ.

Варианты ответов:

устойчива;

неустойчива;

условно устойчива;

9. В САУ, охваченной единичной обратной связью, после точки приложения задающего воздействия g = 10 включено звено с передаточной функцией W1(p) = 5(0,2p+1)/(0,3p+1), а после точки приложения возмущающего воздействия f = 5 включено звено с передаточной функцией W2(p) = 3/p. Рассчитать значение отклонения выходной величины при заданном значении возмущающего воздействия.

Варианты ответов:

0;

2;

1;

5.

10. В САУ, охваченной отрицательной обратной связью с передаточной функцией Woc(p) = 0,5, после точки приложения задающего воздействия g = 5 включено интегрирующее звено с передаточной функцией W1(p) = 20/p, а после точки приложения возмущающего воздействия f = 10 включены два инерционных звено с передаточными функциями W2(p) = 1/(2,2p+1) и W3(p) = 2/(2,05p+1). Рассчитать значение выходной величины при заданном значении возмущающего воздействия.

Варианты ответов:

20;

15;

10;

5.

11. Амплитудная частотная характеристика замкнутой САУ характеризуется показателем колебательности M = 5,2 и периодом собственных колебаний переходных характеристик Тк = 0,2 с. Какая оценка времени переходного процесса по задающему воздействию будет наиболее точной?

Варианты ответов:

0,6 с;

0,9 с;

1,04 с;

1,26 с.

12. При каком наклоне асимптотической логарифмической частотной характеристики в области частоты среза обеспечиваются в САУ наилучшие показатели качества регулирования?

Варианты ответов:

-40 дБ/дек;

-20 дБ/дек;

-60 дБ/дек;

-80 дБ/дек.

13. Инерционное звено с передаточной функцией k/(Tp+1) охвачено жёсткой положительной обратной связью с коэффициентом передачи Kc. Каким будет эквивалетное звено, если Kc > 1/k?

Варианты ответов:

инерционным;

интегрирующим;

неминимально фазовым устойчивым;

неминимально фазовым неустойчивым.

14. Пропорционально интегральный (ПИ) регулятор состоит из пропорционального и интегрирующего звеньев. Как соединены между собой эти звенья?

Варианты ответов:

последовательно;

Согласована на портале № 46420

параллельно:

с помощью отрицательной обратной связи;

с помощью положительной обратной связи;

15. В дискретной САУ реализована широтно-импульсная модуляция входного сигнала. Какой параметр импульсов должен изменяться при осуществлении регулирования?

Варианты ответов:

частота;

фаза;

ширина;

амплитуда.

16. В какой области должны располагаться полюсы передаточной функции q системы с амплитудно-импульсной модуляцией (АИМ), описанной с помощью дискретного преобразования Лапласа, чтобы она была устойчивой?

Варианты ответов:

слева от мнимой оси плоскости полюсов q ;

слева от мнимой оси плоскости полюсов q в полосе от -пи до +пи;

справа от мнимой оси плоскости полюсов q в полосе от -пи до +пи;

справа от абсциссы абсолютной сходимости.

17. Где должны располагаться полюсы передаточной функции системы с АИМ, описанной с помощью Z-преобразования, чтобы эта система была устойчивой?

Варианты ответов:

слева от мнимой оси на плоскости полюсов передаточной функции;

справа от мнимой оси на плоскости полюсов передаточной функции;

снаружи окружности единичного радиуса с центром в начале координат

внутри окружности единичного радиуса с центром в начале координат.

18. Что представляет собой приведённая непрерывная часть в типовой структуре разомкнутой системы с АИМ?

Варианты ответов:

последовательное соединение формирующего элемента и непрерывной части;

последовательное соединение непрерывной части и идеального импульсного элемента;

последовательное соединение идеального импульсного и формирующего элементов;

последовательное соединение всех элементов системы с АИМ.

19. Какое свойство является основным для частотных характеристик в системах с АИМ?

Варианты ответов:

их непрерывность;

их монотонность;

их кусочная непрерывность;

их периодичность.

20. Через сколько квадрантов комплексной плоскости должен последовательно проходить годограф Михайлова в системе с АИМ третьего порядка, чтобы она была устойчивой?

Варианты ответов:

3;

4;

6;

8.

14.1.2. Экзаменационные вопросы

1. Какие связи должны присутствовать в системе автоматического управления (САУ) при реализации в ней комбинированного управления?

2. Типовые воздействия, временные характеристики САУ и связь между ними.

3. Частотные характеристики САУ и связь между ними.

4. Идеальные дифференцирующее и интегрирующее звенья, их логарифмические частотные и переходные характеристики.

5. Инерционное и форсирующее звенья, их логарифмические частотные и переходные характеристики.

Согласована на портале № 46420

6. Изодромное, реальное дифференцирующее звенья, их логарифмические частотные и переходные характеристики.

7. Звенья второго порядка, их логарифмические частотные и переходные характеристики.

8. Понятие устойчивости. Необходимое и достаточное условие устойчивости линейных непрерывных САУ.

9. Критерии устойчивости линейных непрерывных САУ и их применение.

10. Статические характеристики САУ.

11. Анализ устойчивости по логарифмическим частотным характеристикам. Запасы устойчивости.

12. Статические и астатические САУ их достоинства и недостатки. Порядок астатизма и его влияние на устойчивость.

13. Основные показатели качества регулирования во временной области и их связь с вещественной частотной (ВЧХ) и амплитудной частотной (ВЧХ) характеристиками САУ.

14. Последовательная коррекция САУ, типовые корректирующие устройства (регуляторы).

15. Параллельная коррекция САУ. Жёсткие и гибкие обратные связи, их реализация и режимы работы.

16. Оптимальные характеристики САУ, понятие технического и симметричного оптимумов.

17. Способы квантования непрерывного сигнала в дискретных системах. Виды модуляции.

18. Понятие решетчатой функции. Разности и разностные уравнения в системах амплитудной импульсной модуляцией (АИМ).

19. Дискретное преобразование Лапласа и его область существования.

20. Z-преобразование, его область существования и связь с дискретным преобразованием Лапласа.

21. Типовая структура системы с амплитудной импульсной модуляцией. Амплитудно-импульсный модулятор, его структура и передаточная функция.

22. Передаточные функции системы с амплитудной импульсной модуляцией.

23. Необходимое и достаточное условие устойчивости систем с амплитудной импульсной модуляцией при их различном математическом описании.

24. W-преобразование и его назначение.

25. Особенности применения аналогов критериев устойчивости Гурвица, Михайлова и Найквиста при анализе устойчивости систем с амплитудной импульсной модуляцией.

26. Основные свойства частотных характеристик систем амплитудной импульсной модуляцией.

14.1.3. Темы контрольных работ

В контрольной работе № 1 каждому студенту предлагается индивидуальная электрическая схема на пассивных элементах (резисторах, конденсаторах, индуктивностях). Накопителей энергии в любой схеме два.

В контрольной работе требуется:

1) составить систему дифференциальных уравнений, описывающих равновесие в электрической цепи;

2) определить передаточную функцию схемы;

3) построить асимптотические логарифмические амплитудную и фазовую частотные характеристики.

В контрольной работе № 2 предлагается структурная схема замкнутой САУ третьего порядка, указываются величины задающего и возмущающего воздействий.

В работе необходимо выполнить следующее:

1) определить устойчивость САУ и граничное значение коэффициента передачи, применив один из заданных критериев (Гурвица, Михайлова или Найквиста);

2) построить асимптотические логарифмические амплитудную и фазовую частотные характеристики, определить по ним запас устойчивости по фазе.

В контрольной работе № 3 задается структурная схема САУ третьего порядка. Требуется определить передаточную функцию последовательного корректирующего устройства, обеспечивающего для этой САУ заданные значения времени переходного процесса и перерегулирование, разработать схему его реализации на операционных усилителях и рас-считать параметры элементов

Согласована на портале № 46420

схемы.

14.1.4. Темы опросов на занятиях

Статические характеристики элементов и систем.

Дифференциальные уравнения и передаточные функции. Частотные функции и характеристики: амплитудно-фазовая; вещественная; мнимая; амплитудная; фазовая; логарифмические амплитудная и фазовая.

Временные функции и характеристики: переходная и импульсная переходная.

Классификация типовых динамических звеньев. Минимально- и неминимально фазовые звенья. Минимально фазовые динамические звенья и их характеристики. Реализация минимально фазовых звеньев на операционных усилителях.

Понятие структурной схемы, элементы структурных схем, правила преобразования структурных схем.

Передаточные функции линейных непрерывных систем

Физическое понятие устойчивости. Необходимое условие устойчивости линейных непрерывных систем.

Критерии устойчивости: алгебраический Гурвица и частотные Михайлова и Найквиста. Понятие критического (граничного) значения варьируемого пара-метра.

Оценка устойчивости по логарифмическим частотным характеристикам.

Понятие и меры запасов устойчивости. Обеспечение заданных запасов устойчивости

Показатели качества регулирования: точность в установившемся режиме, длительность переходного процесса, перерегулирование, колебательность.

Статические и астатические системы, порядок астатизма.

Критерии качества переходного процесса: частотные, корневые, интегральные. Построение переходного процесса путем непосредственного перехода от изображения к оригиналу через обратное преобразование Лапласа.

Применение интегрированной системы программирования MathCAD для построения переходного процесса и решения прочих задач теории автоматического управления.

Постановка задач стабилизации и коррекции. Последовательная и параллельная коррекция. Последовательные корректирующие звенья (регуляторы). .

Синтез корректирующих цепей по логарифмическим частотным характеристикам.

Параллельная коррекция. Гибкие и жесткие корректирующие обратные связи.

Многоконтурные системы подчиненного регулирования с последовательной коррекцией. Применение типовых настроек (на симметричный и технический оптимумы) для синтеза регуляторов в системах подчиненного регулирования.

14.1.5. Вопросы на собеседование

1. Поясните принципы управления по отклонению и по возмущению.
2. Понятие передаточной функции САУ.
3. Переходная и импульсная переходная характеристиками и связь между ними.
4. Частотные характеристики САУ и связь между ними.
5. Типовые динамические звенья САУ. Минимально-фазовые звенья и их характеристики.
6. Особые динамические звенья САУ и их отличия от минимально-фазовых звеньев.
7. Как по асимптотической ЛАЧХ САУ восстановить ее передаточную функцию?
8. Необходимое и достаточное условие устойчивости линейных непрерывных САУ. Критерии устойчивости и их применение. Запасы устойчивости и их связь с динамическими характеристиками САУ.
9. Особенности исследования устойчивости систем, содержащих звено чистого запаздывания.
10. Статические и астатические САУ. Порядок астатизма, его влияние на устойчивость и качество регулирования в САУ.
11. Частотные и корневые критерии качества регулирования и их связь с основными динамическими характеристиками САУ.
12. Способы коррекции САУ.
13. Порядок синтеза последовательных корректирующих устройств по номограммам Солодовникова.

Согласована на портале № 46420

14. Параллельная коррекция САУ. Жесткие и гибкие обратные связи, их реализация и режимы работы.

15. Комбинированное управление. Понятие инвариантности и способы ее достижения.

16. Оптимальные характеристики САУ. Настройка систем на технический и симметричный оптимумы.

17. Классификация дискретных САУ по способам квантования сигналов и модуляции.

18. Понятие решетчатой функции. Смещенные решетчатые функции и их назначение. Разности решетчатых функций и разностные уравнения.

19. Дискретное преобразование Лапласа. Область существования изображений. Основные свойства дискретного преобразования Лапласа.

20. Z-преобразование и его связь с дискретным преобразованием Лапласа. Модифицированное z-преобразование.

21. Типовая структура разомкнутой САУ с амплитудной импульсной модуляцией (АИМ), ее состав и передаточная функция.

22. Передаточные функции замкнутых САУ с АИМ. Частотные характеристики систем с АИМ и их свойства.

23. Необходимые и достаточные условия устойчивости систем с АИМ при их раз-личном математическом описании. Понятие w-преобразования.

24. Особенности применения известных критериев устойчивости в системах с АИМ.

14.1.6. Темы индивидуальных заданий

Индивидуальное задание № 1

1. Определить передаточные функции разомкнутой и замкнутой САУ по задающему и возмущающему воздействиям, передаточную функцию разомкнутой цепи САУ, характеристический полином замкнутой САУ.

2. По критерию устойчивости Гурвица (Михайлова или Найквиста) определить устойчивость замкнутой САУ и граничное значение коэффициента передачи разомкнутой цепи.

3. Используя критерий устойчивости Гурвица (Михайлова или Найквиста), построить область устойчивости замкнутой САУ в пространстве варьируемых параметров и .

4. Определить значение коэффициента передачи разомкнутой цепи, обеспечивающее в замкнутой САУ заданный запас устойчивости по амплитуде .

5. Построить статические регулировочные и внешние характеристики замкнутой САУ.

Индивидуальное задание № 2

1. Рассчитать для разомкнутой цепи САУ амплитудно-фазовую частотную характеристику, логарифмическую амплитудно-частотную характеристику (ЛАЧХ – асимптотическую и точную), логарифмическую фазовую частотную характеристику (ЛФЧХ). Опре-делить по указанным характеристикам запасы устойчивости по фазе и амплитуде.

2. Рассчитать для замкнутой САУ амплитудную и вещественную частотные характеристики. По полученным характеристикам с использованием частотных критериев качества дать приближенную оценку качества переходного процесса.

3. Рассчитать переходные характеристики замкнутой САУ по задающему и возмущающему воздействиям. Сопоставить результаты оценки качества переходного процесса по частотным критериям качества с переходной характеристикой.

Индивидуальное задание № 3

1. Синтезировать последовательное корректирующее устройство, которое обеспечило бы заданное время переходного процесса и заданное перерегулирование.

2. Получить передаточную функцию замкнутой скорректированной САУ.

3. Построить переходную характеристику скорректированной САУ и проверить обеспечение заданных показателей качества.

4. Рассчитать частотные характеристики и произвести по ним оценку качества переходного процесса.

5. Разработать электронную модель скорректированной САУ по полученной пере-даточной функции замкнутой скорректированной САУ и корням характеристического уравнения.

6. На электронной модели получить переходную характеристику скорректирован-ной САУ и сравнить ее с расчетной (по основным показателям качества регулирования).

Согласована на портале № 46420

14.1.7. Темы расчетных работ

Расчётные работы являются частями индивидуальных заданий №№ 1, 2.

14.1.8. Темы лабораторных работ

Исследование характеристик типовых динамических звеньев
Исследование характеристик статических и астатических САУ
Параллельная коррекция систем САУ.
Последовательная коррекция САУ

14.1.9. Темы курсовых проектов / курсовых работ

Задана структура электромеханической системы (ЭМС) с компенсационными обратными связями, либо без этих связей и её основные парметры. Необходимо:

1. Разобраться с действием компенсационных обратных связей, их режимами работы, разработать структурные схемы каждого контура ЭМС с учётом компенсационных обратных связей.

2. Провести анализ каждого контура ЭМС при отсутствии корректирующих устройств (регуляторов) путём исследования устойчивости, расчёта переходных и механических характеристик, определения показателей качества регулирования.

3. Произвести синтез последовательных корректирующих устройств путём настройки каждого контура на технический или симметричный оптимум, рассчитать логарифмические амплитудные и фазовые частотные характеристики, переходные характеристики и оценить показатели качества регулирования.

4. Повести электронное моделирование одного из контуров скорректированной или нескорректированной ЭМС и сопоставить результаты моделирования с результатами расчётов.

14.2. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 14.

Таблица 14 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Категории обучающихся	Виды дополнительных оценочных материалов	Формы контроля и оценки результатов обучения
С нарушениями слуха	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы	Преимущественно письменная проверка
С нарушениями зрения	Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам	Преимущественно устная проверка (индивидуально)
С нарушениями опорно-двигательного аппарата	Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету	Преимущественно дистанционными методами
С ограничениями по общемедицинским показаниям	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы	Преимущественно проверка методами исходя из состояния обучающегося на момент проверки

14.3. Методические рекомендации по оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной форме;
- в печатной форме с увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- методом чтения ассистентом задания вслух;
- предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Согласована на портале № 46420

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге;
- набор ответов на компьютере;
- набор ответов с использованием услуг ассистента;
- представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

При необходимости для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 46420