

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

И.о. директора

НТИ (филиал) СКФУ

_____ В.В. Кузьменко

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Системы управления технологическими процессами

(ЭЛЕКТРОННЫЙ ДОКУМЕНТ)

Направление подготовки **15.03.02 Технологические машины и оборудование**

Направленность (профиль) **Проектирование технических и технологических комплексов**

Квалификация выпускника **бакалавр**

Форма обучения **очная**

Год начала обучения **2020**

Изучается в **5,6** семестрах

Невинномысск 2020 г.

1. Цель и задачи освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Системы управления технологическими процессами» является формирование набора профессиональных компетенций будущего бакалавра путем изучения технических средств автоматизации химико-технологических процессов, овладения методами проведения анализа технологических процессов и производств как объектов автоматизации.

Задачи изучения дисциплины:

- сформировать умение моделировать технические объекты и технологические процессы с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования, готовность проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов;
- сформировать навык выполнять работы по стандартизации, технической подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов, организовывать метрологическое обеспечение технологических процессов с использованием типовых методов контроля качества выпускаемой продукции в умении выявлять основные факторы, определяющие ход технологического процесса, анализировать влияние и принимать решения по их регулированию;
- изучить методы и алгоритмы анализа режимов функционирования сложных производств с целью выявления источников потерь сырья, топлива и энергии в системе;
- сформировать навык в использовании современных средств для оптимизации производственного процесса и гибком управлении им.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Системы управления технологическими процессами» относится к дисциплинам вариативной части Б1.В.04. Ее освоение происходит в 5 и 6 семестрах.

3. Связь с предшествующими дисциплинами

Изучение дисциплины «Системы управления технологическими процессами» базируется на знаниях, умениях и навыках, полученных при изучении дисциплин Физика, Математика, Информатика.

4. Связь с последующими дисциплинами

Знания и умения, полученные при освоении дисциплины «Системы управления технологическими процессами» необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

5. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

5.1 Наименование компетенций

Индекс	Формулировка:
ПК-2	умением моделировать технические объекты и технологические процессы с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования, готовностью проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов
ПК-20	готовностью выполнять работы по стандартизации, технической подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов, организовывать метрологическое обеспечение технологических процессов с использованием типовых методов контроля качества выпускаемой продукции

5.2 Знания, умения, навыки и (или) опыт деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций

Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций	Формируемые компетенции
Знать: методов моделирования технических объектов и технологических процессов с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования, способов проведения эксперимента по заданным методикам с обработкой и анализом результатов	ПК-2
Знать: методов выполнения работ по стандартизации, технической подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов; методов организации метрологического обеспечения технологических процессов с использованием типовых методов контроля качества выпускаемой продукции	ПК-20
Уметь: моделировать технические объекты и технологические процессы с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования; проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов	ПК-2
Уметь: выполнять работы по стандартизации, технической подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов, организовывать метрологическое обеспечение технологических процессов с использованием типовых методов контроля качества выпускаемой продукции	ПК-20
Владеть: методами моделирования технических объектов и технологических процессов с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования; методами проведения экспериментов по заданным методикам с обработкой и анализом результатов	ПК-2
Владеть: владеть методами выполнения работ по стандартизации, технической подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов, организации метрологического обеспечения технологических процессов с использованием типовых методов контроля качества выпускаемой продукции	ПК-20

6. Объем учебной дисциплины (модуля)

	Астр. часов	
Объем занятий: Итого	162	6 з.е
В т.ч. аудиторных	102	
Из них:		
Лекций	51	
Лабораторных работ	25,5	
Практических занятий	25,5	
Самостоятельной работы	33	
Контроль	27	
Зачет с оценкой 5 семестр		
Экзамен 6 семестр		

7. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием количества астрономических часов и видов занятий

7.1 Тематический план дисциплины

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Реализуемые компетенции	Контактная работа обучающихся с преподавателем, часов (астр.)				Самостоятельная работа, часов
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Групповые консультации	
5 семестр							
1.	Основные понятия управления химико-технологическим процессом	ПК-2, ПК-20	3	1,5	1,5		27
2.	Основы теории автоматического управления	ПК-2, ПК-20	3	1,5	1,5		
3.	Автоматические системы контроля, управления и регулирования	ПК-2, ПК-20	3	1,5	1,5		
4.	Измерительные преобразователи (датчики)	ПК-2, ПК-20	6	3	3		
5.	Измерение, контроль и регулирование основных технологических параметров	ПК-2, ПК-20	6	3	3		
6.	Устройства преобразования сигналов	ПК-2, ПК-20	3	1,5	1,5		
7.	Исполнительные механизмы	ПК-2, ПК-20	3	1,5	1,5		
	Зачет						
	Итого за 5 семестр		27	13,5	13,5		27
6 семестр							
8.	Устройства управления автоматическими системами	ПК-2, ПК-20	3	3	3	–	6
9.	Сигнализация, защита и блокировка в технологических процессах. Система противоаварийной защиты	ПК-2, ПК-20	6	3	3	–	
10.	Основные сведения об автоматизированных системах управления химико-технологических процессов (АСУ ТП)	ПК-2, ПК-20	6	1,5	3	–	
11.	Основы проектирования АСУ ТП	ПК-2, ПК-20	3	3	1,5		
12.	Гибкие автоматизированные производства и робототехнические системы	ПК-2, ПК-20	6	1,5	1,5		
	Экзамен						27
	Итого за 6 семестр		24	12	12		6/27
	Итого		51	25,5	25,5		33/27

7.2 Наименование и содержание лекций

№ темы	Наименование тем дисциплины, их краткое содержание	Объем часов (астр.)	Интерактивная форма проведения
5 семестр			
1.	Основные понятия управления химико-технологическим процессом. Цель управления ХТП. Функциональная структура АСУТП. Задачи анализа и синтеза автоматической системы регулирования.	3	
2.	Основы теории автоматического управления. Моделирование как метод исследования систем автоматического управления (САУ). Декомпозиция САУ. Составление дифференциальных уравнений САУ. Линеаризация уравнений. Динамические характеристики САУ. Типовые динамические звенья. Устойчивость линейных САУ.	3	
3.	Автоматические системы контроля, управления и регулирования. Основные понятия и определения. Системы автоматического контроля. Алгоритм системы автоматического контроля. Системы автоматического управления (САУ). Алгоритм системы автоматического управления. Системы автоматического регулирования (САР). Принципы регулирования. Устойчивость систем автоматического регулирования. Характеристика звеньев САР.	3	
4.	Измерительные преобразователи (датчики). Общие сведения. Первичные механические преобразователи. Датчики линейных и угловых перемещений. Датчики скорости. Датчики деформации. Датчики силы. Датчики температуры. Датчики дискретных параметров.	6	
5.	Измерение и контроль основных технологических параметров. Государственная система промышленных приборов и средств автоматизации. Средства измерения температуры. Измерение давления. Измерение расхода и количества вещества. Измерение уровня. Измерение состава и концентрации.	6	
6.	Устройства преобразования сигналов. Назначение. Переходные устройства. Устройства нормализации сигналов. Мостовые измерители цепи. Усилители. Цифровые устройства. Цифроаналоговые и аналого-цифровые преобразователи.	3	
7.	Исполнительные механизмы. Виды исполнительных механизмов. Электромеханические исполнительные механизмы. Электропневматические и электрогидравлические исполнительные механизмы.	3	
Итого за 5 семестр		27	
6 семестр			
8.	Устройства управления автоматическими системами. Устройства управления с жесткой логикой. Микропроцессорные устройства. ЭВМ в системах управления. Программное управление систем контроля и управления. Сопряжение ЭВМ с объектом управления.	3	

9	Сигнализация, защита и блокировка в технологических процессах. Система противоаварийной защиты. Сигнализация. Автоматическая защита. Блокировка. Система противоаварийной защиты.	6	
10.	Основные сведения об автоматизированных системах управления химико-технологических процессов (АСУ ТП). Разновидности АСУ ТП. Децентрализованные, централизованные и распределённые АСУ. Режимы работы АСУ ТП: автоматизированные и автоматические. ЭВМ, применяемые в АСУ ТП. Обеспечение АСУ ТП: техническое, программное, математическое, информационное и т.д. Обеспечение надёжности функционирования АСУ ТП.	6	
11.	Основы проектирования АСУ ТП. Динамические характеристики и особенности управления типовыми процессами и аппаратами химической технологии (теплообменники, массообменная аппаратура, химические реакторы и др.). Регулирование основных технологических параметров: расхода, давления, температуры, уровня, pH. Технические средства систем автоматического управления. Вспомогательное оборудование. Исполнительные устройства. Стадии проектирования систем управления: разработка технического задания, эскизная разработка, разработка технического проекта. Выбор точек измерения, контроля, управляемых параметров и управляющих воздействий. Примеры систем управления в химической промышленности.	3	
12.	Гибкие автоматизированные производства (ГАП) и робототехнические системы. Гибкие производственные системы. Жесткие и гибкие системы. Структура ГАП. Роботы и робототехнические системы.	6	
	Итого за 6 семестр	24	
	Итого	51	

7.3 Наименование лабораторных работ

№ темы дисциплины	Наименование тем лабораторных работ	Объем часов (астр.)	Интерактивная форма проведения
5 семестр			
1	Вводное занятие. Инструктаж по технике безопасности. Лабораторная работа №1. Изучение комплекта учебно-лабораторного оборудования «Измерение давлений, расходов и температур в системах водо- и газоснабжения».	3	Групповая исследовательская деятельность
4, 5, 6	Лабораторная работа №2. Приборы контроля температуры. Единицы измерения. Шкалы температур. Классификация термометров. Цель работы: изучение конструкций и принципов действия приборов контроля температуры. Определение погрешности измерения температуры.	3	Групповая исследовательская деятельность
2, 3, 4, 5, 6	Лабораторная работа №3. Динамические характеристики терморезистивного преобразователя. Цель работы: изучение динамических характеристик	3	Групповая исследовательская деятельность

	терморезистивного преобразователя. Проведение экспериментальных исследований. Отчет по лабораторным работам.		
4, 5, 6	Лабораторная работа №4. Приборы измерения давления газа. Датчик давления пьезорезистивного типа. Цель работы: изучение приборов измерения давления. Изучение датчика пьезорезистивного типа.	3	
4, 5, 6	Лабораторная работа №4. Приборы измерения давления газа. Датчик давления пьезорезистивного типа. Цель работы: изучение приборов измерения давления. Изучение датчика пьезорезистивного типа. (Продолжение)	1,5	Групповая исследовательская деятельность
Итого за 5 семестр		13,5	10,5
6 семестр			
4, 5, 6	Лабораторная работа №5. Изучение способа измерения расхода воды по величине падения давления на мерной диафрагме. Цель работы: изучение способа измерения расхода воды по величине падения давления на мерной диафрагме. Проведение экспериментальных исследований. Отчет по лабораторным работам.	3	Групповая исследовательская деятельность
4, 5, 6	Лабораторная работа №5. Изучение способа измерения расхода воды по величине падения давления на мерной диафрагме. Цель работы: изучение способа измерения расхода воды по величине падения давления на мерной диафрагме. Проведение экспериментальных исследований. Отчет по лабораторным работам. (Продолжение)	3	
4, 5, 6	Лабораторная работа №6. Приборы расхода газа: ротаметр, анемометр, счетчик газа. Цель работы: изучение приборов расхода газа: ротаметра, анемометра, счетчика газа. Градуировка ротаметра.	3	Групповая исследовательская деятельность
7	Лабораторная работа №7. Изучение редукционного клапана. Цель работы: Изучение конструкции и принципа работы предохранительного клапана, построение расходной характеристики предохранительного клапана.	3	Групповая исследовательская деятельность
Итого за 6 семестр		12	
Итого		25,5	

7.4 Наименование практических занятий

№ темы дисциплины	Наименование работы	Объем часов	Форма проведения
5 семестр			
1	Практическое занятие №1. Общие сведения об автоматическом управлении. Студенты знакомятся с основными законодательными материалами и стандартами в области измерения и регулирования технологических параметров в промышленных условиях.	3	
3-7	Практическое занятие №2. Построение	3	Решение

	<p>функциональных схем автоматизации. 3.1 Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах. Изучение ГОСТ 21.208—2013. 3.2 Правила выполнения рабочей документации автоматизации технологических процессов. Изучение ГОСТ 21.408—2013. На занятии разрабатываются схемы автоматизации по предложенным вариантам с использованием упрощенного методов, получают навыки построения локальных систем и АСУТП.</p>		проблемных задач
3-7	<p>Практическое занятие №3. Управление тепловыми процессами. На примере поверхностного кожухотрубчатого теплообменника студенты обосновывают выбор технических средств контроля и управления, рассматривают способы воздействия на процесс, строят функциональную схему автоматизации с использованием развернутого и упрощенного методов.</p>	1,5	Решение проблемных задач
3-7	<p>Практическое занятие №4. Управление тепловыми процессами. На примере реакционной печи паровой конверсии природного газа студенты обосновывают выбор технических средств контроля и управления, рассматривают способы воздействия на процесс, строят упрощенную функциональную схему автоматизации.</p>	1,5	Решение проблемных задач
3-7	<p>Практическое занятие №5. Управление массообменными процессами. Студены знакомятся с объектом контроля и регулирования процесса выделения диоксида углерода из синтез-газа в производстве аммиака, выбирают и обосновывают параметры контроля и средства регулирования.</p>	1,5	Решение проблемных задач
3-7	<p>Практическое занятие №6. Управление массообменными процессами. Студены знакомятся с объектом контроля и регулирования процесса выделения диоксида углерода из синтез-газа в производстве аммиака, выбирают и обосновывают параметры контроля и средства регулирования.</p>	3	Решение проблемных задач
	Итого за 5 семестр	13,5	10,5
	Итого	13,5	
6 семестр			
8	<p>Практическое занятие №7. Устройства управления автоматическими системами. Устройства управления с жесткой логикой. Микропроцессорные устройства. ЭВМ в системах управления. Программное управление систем контроля и управления. Сопряжение ЭВМ с объектом управления.</p>	3	Решение проблемных задач
9	<p>Практическое занятие №8. 8.1 Сигнализация, защита и блокировка в технологических процессах. Вопросы сигнализации, автоматической защиты,</p>	3	Решение проблемных задач

	блокировки рассматриваются на примере компрессии природного газа в производстве аммиака. 8.2 Система противоаварийной защиты (ПАЗ). Студенты принимают участие в разработке системы ПАЗ химического процесса паровой конверсии природного газа, протекающего в реакционной печи. Студенты принимают участие в разработке системы ПАЗ на взрывоопасных объектах на примере процесса получения аммиачной селитры.		
10	Практическое занятие №9. Основные сведения об автоматизированных системах управления химико-технологических процессов (АСУ ТП) Децентрализованные, централизованные и распределённые АСУ. Режимы работы АСУ ТП: автоматизированные и автоматические.	1,5	
11	Практическое занятие №10 Управление производствами химической технологии. Управление производством серной кислоты. На основе влияния различных факторов на процесс обжига серного колчедана студенты выбирают параметры, подлежащие контролю и регулирования и строят упрощённую функциональную схему автоматизации. Управление производством аммиачной селитры. На основе влияния различных факторов на процесс нейтрализации азотной кислоты аммиаком студенты выбирают параметры, подлежащие контролю и регулирования и строят упрощённую функциональную схему автоматизации аппарата ИТН. Управление производством синтеза метанола. На основе влияния различных факторов на процесс синтеза метанола студенты выбирают параметры, подлежащие контролю и регулирования и строят упрощённую функциональную схему автоматизации технологического процесса.	3	
12	Практическое занятие №11 Гибкие автоматизированные производства (ГАП) и робототехнические системы. Жёсткие и гибкие системы. Структура ГАП. Роботы и робототехнические системы.	1,5	Решение проблемных задач
	Итого за 6 семестр	12	
	Итого	25,5	

7.5 Технологическая карта самостоятельной работы обучающегося

Коды реализуемых компетенций	Вид деятельности студентов	Итоговый продукт самостоятельной работы	Средства и технологии оценки	Объем часов, в том числе (астр.)		
				СРС	Контактная работа с преподавателем	Всего
5 семестр						
ПК-2	Самостоятельное	Конспект	Собеседо-	9,7375	0,5125	10,25

	изучение тем №1-7.		вание			
	Подготовка к лабораторным работам	Конспект	Собеседование	3,8475	0,2025	4,05
	Подготовка к практическим занятиям	Конспект	Собеседование	2,565	0,135	2,7
	Подготовка домашнего задания	Отчет	Контрольная работа	9,5	0,5	10
Итого за 5 семестр				25,65	1,35	27
6 семестр						
ПК-20	Подготовка к практическим занятиям	Конспект	Собеседование	2,28	0,12	2,4
	Подготовка к лабораторным работам	Конспект	Собеседование	3,42	0,18	3,6
ПК-2, ПК-20	Подготовка к экзамену		Экзамен	25,5	1,5	27
Итого за 6 семестр				31,2	1,8	6/27
Итого				56,85	3,15	33/27

8. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

8.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения ОП ВО. Паспорт фонда оценочных средств

Код оцениваемой компетенции	Этап формирования компетенции (№ темы)	Средства и технологии оценки	Вид контроля, аттестация (текущий/промежуточный)	Тип контроля (устный, письменный или с использованием технических средств)	Наименование оценочного средства
ПК-2	Темы №1-7	Собеседование	текущий	письменный	Комплект заданий для текущего контроля
		Собеседование	текущий	устный	Вопросы для собеседования
		Домашнее задание	текущий	Контрольная работа	Домашнее задание
ПК-20	Темы №8-12	Собеседование	текущий	письменный	Комплект заданий для текущего контроля
		Контрольная работа	текущий	письменный	Контрольная работа
ПК-2	Темы №1-12	Экзамен	промежу-	устный	Вопросы к

ПК-20			точный		экзамену
-------	--	--	--------	--	----------

8.2 Планируемые уровни сформированности компетенции у студентов, изучающих дисциплину

Уровни сформированности компетенций	Индикаторы	Дескрипторы			
		2 балла	3 балла	4 балла	5 баллов
ПК-2					
Базовый	Знать: методов моделирования технических объектов и технологических процессов с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования, способов проведения эксперимента по заданным методикам с обработкой и анализом результатов	Не в достаточном объеме знает методы моделирования технических объектов и технологических процессов с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования, способы проведения эксперимента по заданным методикам с обработкой и анализом результатов	Имеет общее представление об методах моделирования технических объектов и технологических процессов с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования, способах проведения эксперимента по заданным методикам с обработкой и анализом результатов	знает методы моделирования технических объектов и технологических процессов с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования, способы проведения эксперимента по заданным методикам с обработкой и анализом результатов	
	Уметь: моделировать технические объекты и технологические процессы с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования; проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов	Не в достаточном объеме умеет моделировать технические объекты и технологические процессы с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования; проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов	умеет частично моделировать технические объекты и технологические процессы с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования; проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов	умеет моделировать технические объекты и технологические процессы с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования; проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов, но допускает ошибки	
	Владеть: методами моделирования технических объектов и технологических процессов с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования; методами проведения экспериментов по заданным методикам с обработкой и	Не в достаточном объеме владеет методами моделирования технических объектов и технологических процессов с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования;	владеет частично методами моделирования технических объектов и технологических процессов с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования; методами	владеет способностью методами моделирования технических объектов и технологических процессов с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования;	

	анализом результатов	методами проведения экспериментов по заданным методикам с обработкой и анализом результатов	проведения экспериментов по заданным методикам с обработкой и анализом результатов	методами проведения экспериментов по заданным методикам с обработкой и анализом результатов	
Повышенный	Знать: методов моделирования технических объектов и технологических процессов с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования, способов проведения эксперимента по заданным методикам с обработкой и анализом результатов				знает методы моделирования технических объектов и технологических процессов с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования, способы проведения эксперимента по заданным методикам с обработкой и анализом результатов
	Уметь: моделировать технические объекты и технологические процессы с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования; проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов				умеет моделировать технические объекты и технологические процессы с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования; проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов
	Владеть: методами моделирования технических объектов и технологических процессов с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования; методами проведения экспериментов по заданным методикам с обработкой и анализом результатов				владеет методами моделирования технических объектов и технологических процессов с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования; методами проведения экспериментов по заданным методикам с обработкой и анализом результатов
ПК-20					
Базовый	Знать: методов выполнения работ по	Не в достаточном объеме знает	Имеет общее представление о	знает методов выполнения работ	

Повышенный	Знать: методов выполнения работ по стандартизации, технической подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов; методов организации метрологического обеспечения технологических процессов с использованием типовых методов контроля качества выпускаемой продукции				знает методы выполнения работ по стандартизации, технической подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов; методы организации метрологического обеспечения технологических процессов с использованием типовых методов контроля качества выпускаемой продукции
	Уметь: выполнять работы по стандартизации, технической подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов, организовывать метрологическое обеспечение технологических процессов с использованием типовых методов контроля качества выпускаемой продукции				умеет выполнять работы по стандартизации, технической подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов, организовывать метрологическое обеспечение технологических процессов с использованием типовых методов контроля качества выпускаемой продукции
	Владеть: методами выполнения работ по стандартизации, технической подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов, организации метрологического обеспечения технологических процессов с использованием типовых методов контроля качества выпускаемой продукции				владеет методами выполнения работ по стандартизации, технической подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов, организации метрологического обеспечения технологических процессов с использованием типовых методов контроля качества выпускаемой продукции

Описание шкалы оценивания

В рамках рейтинговой системы успеваемость студентов по каждой дисциплине оценивается в ходе текущего контроля и промежуточной аттестации.

Текущий контроль

Рейтинговая оценка знаний студента

№ п/п	Вид деятельности студентов	Сроки выполнения	Количество баллов
5 семестр			
1.	Выполнение практических занятий №1-2	5 нед.	10
2.	Выполнение практических занятий №3-4	10 нед.	15
3.	Выполнение и защита домашнего задания	14 нед.	15
4.	Выполнение и защита лабораторных работ №1-6	17 нед.	15
Итого за 5 семестр			55
6 семестр			
5.	Выполнение практических занятий №7-8	6 нед.	15
6.	Выполнение практических занятий №9-10	10 нед.	20
7.	Выполнение и защита контрольной работы	12 нед.	20
Итого за 6 семестр			55

Максимально возможный балл за весь текущий контроль в семестре устанавливается равным **55**. Текущее контрольное мероприятие считается сданным, если студент получил за него не менее 60% от установленного для этого контроля максимального балла. Рейтинговый балл, выставляемый студенту за текущее контрольное мероприятие, сданное студентом в установленные графиком контрольных мероприятий сроки, определяется следующим образом:

Уровень выполнения контрольного задания	Рейтинговый балл (в % от максимального балла за контрольное задание)
Отличный	100
Хороший	80
Удовлетворительный	60
Неудовлетворительный	0

Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация в 5 семестре проводится в форме **дифференцированного зачета**.

Процедура зачета (дифференцированного зачета) как отдельное контрольное мероприятие не проводится, оценивание знаний обучающегося происходит по результатам текущего контроля.

Зачет выставляется по результатам работы в семестре, при сдаче всех контрольных точек, предусмотренных текущим контролем успеваемости. Если по итогам семестра обучающийся имеет от 33 до 60 баллов, ему ставится отметка «зачтено». Обучающемуся, имеющему по итогам семестра менее 33 баллов, ставится отметка «не зачтено».

Количество баллов за зачет ($S_{зач}$) при различных рейтинговых баллах по дисциплине по результатам работы в семестре

Рейтинговый балл по дисциплине по результатам работы в семестре ($R_{сем}$)	Количество баллов за зачет ($S_{зач}$)
---	--

$50 \leq R_{сем} \leq 60$	40
$39 \leq R_{сем} < 50$	35
$33 \leq R_{сем} < 39$	27
$R_{сем} < 33$	0

При дифференцированном зачете используется шкала пересчета рейтингового балла по дисциплине в оценку по 5-балльной системе.

*Шкала пересчета рейтингового балла по дисциплине
в оценку по 5-балльной системе*

<i>Рейтинговый балл по дисциплине</i>	<i>Оценка по 5-балльной системе</i>
88 – 100	<i>Отлично</i>
72 – 87	<i>Хорошо</i>
53 – 71	<i>Удовлетворительно</i>
< 53	<i>Неудовлетворительно</i>

Промежуточная аттестация в 6 семестре проводится в форме **устного экзамена** и предусматривает проведение обязательной экзаменационной процедуры, которая оценивается 40 баллами из 100. В случае если рейтинговый балл студента по дисциплине по итогам семестра равен 60, то программой автоматически добавляется 32 премиальных балла и выставляется оценка «отлично». Положительный ответ студента на экзамене оценивается рейтинговыми баллами в диапазоне от **20** до **40** ($20 \leq S_{экз} \leq 40$), оценка **меньше 20** баллов считается неудовлетворительной.

Шкала соответствия рейтингового балла экзамена 5-балльной системе

Рейтинговый балл по дисциплине	Оценка по 5-балльной системе
35 – 40	Отлично
28 – 34	Хорошо
20 – 27	Удовлетворительно

Итоговая оценка по дисциплине, определяется по сумме баллов, набранных за работу в течение семестра, и баллов, полученных при сдаче экзамена:

*Шкала пересчета рейтингового балла по дисциплине
в оценку по 5-балльной системе*

<i>Рейтинговый балл по дисциплине</i>	<i>Оценка по 5-балльной системе</i>
88 – 100	<i>Отлично</i>
72 – 87	<i>Хорошо</i>
53 – 71	<i>Удовлетворительно</i>
< 53	<i>Неудовлетворительно</i>

8.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Вопросы к экзамену (6 семестр)

- Вопросы (задача, задание) для проверки уровня обученности
- Знать**
1. Цель управления химико-технологическим процессом.
 2. Основные понятия об измерениях. Погрешности измерения. Класс точности прибора. Вариация.
 3. Государственная система промышленных приборов и средств автоматизации.
 4. Преобразователи электрической аналоговой ветви, выполнение по схеме компенсации перемещений.
 5. Преобразователи электрической аналоговой ветви, выполнение по схеме компенсации усилий.
 6. Преобразователи пневматической ветви.
 7. Классификация приборов для измерения температуры.
 8. Термометры расширения. Термометры расширения, основанные на расширении твёрдых тел.
 9. Манометрические термометры. Достоинства, недостатки.
 10. Термоэлектрические преобразователи. Принцип действия. Включение третьего проводника в цепь термопары. Введение поправки на температуру холодных слоев.
 11. Приборы для измерения термоэ.д.с.(компенсационный метод измерения, достоинство данного метода).
 12. Принцип действия термометров сопротивления. Достоинства, недостатки. Конструктивное исполнение.
 13. Виды термометров сопротивления. Требования, предъявляемые к материалу чувствительных элементов.
 14. Классификация приборов для измерения давления.
 15. Жидкостные манометры.
 16. Трубочато-пружинный манометр.
 17. Мембранные приборы. Виды чувствительных элементов, область применения. Достоинства, недостатки.
 18. Сильфонные приборы. Принцип действия, область применения. Достоинства, недостатки.
 19. Классификация приборов для измерения расхода.
 20. Расходомеры переменного перепада давлений.
 21. Расходомеры постоянного перепада давления. Принцип действия, достоинства и недостатки.
 22. Виды электрических расходомеров. Принцип действия.
 23. Требования, предъявляемые при применении сужающих устройств.
 24. Правила установки и эксплуатации расходомеров.
 25. Счётчики количества жидкостей и газов.
 26. Классификация приборов для контроля состава веществ. Достоинства, недостатки.
 27. Классификация приборов для контроля физических свойств веществ.
 28. Назначение хроматографов.
 29. Система управления технологическим объектом. Основные понятия и определения.
 30. Классификация систем управления (по цели и способу управления, по степени централизации управления, по степени участия человека в управлении).

31. Функции системы управления (система контроля, регулирования).
32. Функции системы управления (устройства сигнализации, защиты, программно-логического управления).
33. Технологические объекты управления. Статические и динамические характеристики объектов.
34. Пропорциональный регулятор. Динамические характеристики. Область применения.
35. Интегральный регулятор. Динамические характеристики. Область применения.
36. ПИ – регуляторы. Динамические характеристики. Устройства предварения. Назначение, область применения.
37. ПИД-регулятор. Динамические характеристики. Область применения.
38. Пневматические исполнительные устройства, регулирующие органы.
39. Электрические исполнительные устройства. Регулирующие органы. Область применения.

Уметь

1. Регулирование расхода.
2. Регулирование соотношения компонентов.
3. Регулирование уровня.
4. Регулирование температуры.
5. Регулирование давления.
6. Регулирование состава продуктов.
7. Выбор системы регулирования.

Владеть

1. Управление процессами перемещения жидкостей и газов.
2. Управление разделением и очисткой неоднородных систем.
3. Автоматизация процесса абсорбции.
4. Автоматизация процесса ректификации.
5. Автоматизация процесса экстракции.
6. Автоматизация процесса сушки.
7. Автоматизация реакционных процессов.
8. Управление производством серной кислоты.
9. Управление производством аммиачной селитры.

Домашнее задание

Целью выполнения домашнего задания в 5 семестре является закрепление и углубление теоретических знаний и приобретение практического опыта по анализу промышленных приборов и технических средств для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции, автоматизации технологического процесса. Результатом выполнения домашнего задания является отчет-презентация, в котором рассматривается одна из следующих тем:

Базовый уровень

1. Средства измерения температуры.
2. Средства измерения давления.
3. Средства измерения расхода.
4. Средства измерения уровня жидкостей.
5. Измерение состава и концентрации.
6. Измерение состава и концентрации.

7. Измерение рН.
8. Погрешности измерений.
9. Измерительные преобразователи и приборы.
10. Государственная система промышленных приборов и средств автоматизации.
11. Сигнализация.
12. Автоматическая блокировка.
13. Противоаварийная защита (ПАЗ).
14. Пневматические исполнительные устройства.
15. Электрические исполнительные устройства.

Повышенный уровень

16. Безконтактные методы измерения температуры.
17. Назначение и принцип действия хроматографов.
18. Системы автоматического управления (САУ).
19. Датчики линейных и угловых перемещений.
20. Датчики деформации.
21. Датчики дискретных параметров.
22. Цифроаналоговые и аналого-цифровые преобразователи.
23. Устройства нормализации сигналов.
24. Мостовые измерители цепи.
25. Цифровые устройства.

Комплект заданий для текущего контроля.

Разработаны вопросы по всем темам дисциплины, которые приведены в Фонде оценочных свойств по дисциплине Системы управления технологическими процессами.

В качестве примера приведены два варианта заданий по теме: Измерение, контроль и регулирование основных технологических параметров.

Дана схема автоматизации химико-технологического объекта.

Требуется перечислить все задачи автоматизации, которые решены на этой схеме. Дать подробное письменное описание схемы автоматизации, указав все показывающие, регулирующие, сигнализирующие и аварийные средства.

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

Текущий контроль обучающихся проводится преподавателями, ведущими практические занятия по дисциплине, в следующих формах:

- Выполнение и защита лабораторных работ.
- Выполнение заданий и ответы на вопросы при проведении практических занятий.
- Выполнение и защита домашнего задания.
- Выполнение и защита контрольной работы.

Максимальное количество баллов студент получает, если оформление отчета соответствует установленным требованиям, а отчет полностью раскрывает суть работы. Основанием для снижения оценки являются:

- недостаточная полнота ответа при оценивании знаний и ответа на вопросы;
- ошибки в выполнении домашнего задания;
- неумение логично и последовательно излагать материал;
- неправильное оформление домашнего задания.

Критерии оценивания подготовки и выполнения лабораторных и практических занятий, выполнение домашнего задания и контрольной работы, сдачи экзамена приведены в Фонде оценочных средств по дисциплине Системы управления технологическими процессами.

9 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

На первом этапе необходимо ознакомиться с рабочей программой дисциплины, в которой рассмотрено содержание тем практических занятий, темы и виды самостоятельной работы. По каждому виду самостоятельной работы предусмотрены определённые формы отчетности.

Для успешного освоения дисциплины, необходимо выполнить следующие виды самостоятельной работы, используя рекомендуемые источники информации

№ темы	Виды самостоятельной работы	Рекомендуемые источники информации (№ источника)			
		Основная	Дополнительная	Методическая	Интернет-ресурсы
	Самостоятельное изучение тем				
1.	Основные понятия управления химико-технологическим процессом	1, 2	1, 2	4	1, 2, 3, 4
2.	Основы теории автоматического управления	1, 2	1, 2	4	1, 2, 3, 4
3.	Автоматические системы контроля, управления и регулирования	1, 2	1, 2	4	1, 2, 3, 4
4.	Измерительные преобразователи (датчики)	1, 2	1, 2	3	1, 2, 3, 4
5.	Измерение, контроль и регулирование основных технологических параметров	1, 2	1, 2	3	1, 2, 3, 4
6.	Устройства преобразования сигналов	1, 2	1, 2	3	1, 2, 3, 4
7.	Исполнительные механизмы	1, 2	1, 2	3	1, 2, 3, 4
	Домашнее задание	1, 2	1, 2	1	1, 2, 3, 4
8.	Устройства управления автоматическими системами	1, 2	1, 2	4, 5, 6	1, 2, 3, 4
9.	Сигнализация, защита и блокировка в технологических процессах. Система противоаварийной защиты	1, 2	1, 2	4	1, 2, 3, 4
10.	Основные сведения об автоматизированных системах управления химико-технологических процессов (АСУ ТП)	1, 2	1, 2	4	1, 2, 3, 4
11.	Основы проектирования АСУ ТП	1	1, 2	4	1, 2, 3, 4
12.	Гибкие автоматизированные производства и робототехнические системы	1	1, 2	-	1, 2, 3, 4
	Контрольная работа	1, 2	1, 2	2	1, 2, 3, 4
	Экзамен	1, 2	1, 2	1	1, 2, 3, 4

10. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

10.1. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины

10.1.1. Перечень основной литературы:

1. Беляев, П. С. Системы управления технологическими процессами [Электронный ресурс]: учебное пособие для студентов 3 и 4 курсов направлений подготовки 151000, 222900, 240100, 240700, 241000, 261700 / П. С. Беляев, А. А. Букин. – Электрон. текстовые данные. – Тамбов: Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2014. – 156 с. – 2227-8397. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/64575.html>

2. Основы автоматизации производственных процессов: учебник / М.Ю.Прахова, Э.А.Шаловников и др.– М.: Академия, 2012 Издательство «Академия» ISBN: 978-5-7695-8107-6.

10.1.2. Перечень дополнительной литературы:

1. Юсупов, Р. Х. Основы автоматизированных систем управления технологическими процессами [Электронный ресурс]: учебное пособие / Р. Х. Юсупов. – Электрон. текстовые данные. – М.: Инфра-Инженерия, 2018. – 132 с. – 978-5-9729-0229-3. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/78225.html>.

2. Павлов, Ю. А. Основы автоматизации производств [Электронный ресурс]: учебное пособие / Ю. А. Павлов. — Электрон. текстовые данные. — М.: Издательский Дом МИСиС, 2017. — 280 с. — 978-5-90846-78-5. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/71666.html>.

10.2. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

1 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПРИ ПОДГОТОВКЕ К ЗАНЯТИЯМ, ПРОВОДИМЫМ В ИНТЕРАКТИВНОЙ ФОРМЕ ОБУЧЕНИЯ по направлениям подготовки: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, 18.03.01 Химическая технология 15.03.02 Технологические машины и оборудование, 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств, 15.04.04 Автоматизация технологических процессов и производств (магистратура), 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии / сост.: М.В. Должикова, А.А. Евдокимов, Е.Н. Павленко, А.И. Колдаев, А.В. Пашковский, Л.В. Москаленко. – Невинномысск: НТИ (филиал) СКФУ, 2020. – 45 с

2 Проскурнин А.Л. Лабораторный практикум по дисциплине «Системы управления химико-технологическими процессами»: Учебное пособие. – Ставрополь: Изд-во СКФУ, 2018. – 101 с.

3 Методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Системы управления химико-технологическими процессами» для студентов направления 15.03.02 – Проектирование технических и технологических комплексов / Сост. Е.Б. Новосёлова, А.М. Новоселов, Л.И. Кугрышева / отв. ред. Е.Н Павленко. – Невинномысск, 2016. – 30 с.

10.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины:

- 1 <http://window.edu.ru/> – единое окно доступа к образовательным ресурсам
- 2 <http://biblioclub.ru/> — ЭБС «Университетская библиотека онлайн».
- 3 <http://catalog.ncstu.ru/> — электронный каталог ассоциации электронных библиотек учебных заведений и организаций СКФО
- 4 <http://www.iprbookshop.ru> — ЭБС.
- 5 <http://window.edu.ru/> – Единое окно доступа к образовательным ресурсам.
- 6 <https://openedu.ru> – Открытое образование

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

При чтении лекций используется компьютерная техника, демонстрации презентационных мультимедийных материалов. На практических работах представляют отчеты, подготовленные ими в часы самостоятельной работы.

При реализации дисциплин с применением ЭО и ДОТ материал может размещаться как в системе управления обучением СКФУ, так и в используемой в университете информационно-библиотечной системе.

Информационные справочные системы:

Информационно-справочные и информационно-правовые системы, используемые при изучении дисциплины:

1. <http://window.edu.ru/> — единое окно доступа к образовательным ресурсам.
2. <http://biblioclub.ru/> — ЭБС «Университетская библиотека онлайн».
3. <http://www.iprbookshop.ru> — ЭБС.

Программное обеспечение

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная. Бессрочная лицензия №61541869 от 15.02.2013. Договор № 01-эа/13 от 25.02.2013. Дата начала/окончания жизненного цикла 30.10.2012/ 14.01.2020г. Базовый пакет программ Microsoft Office Standard 2013. Бессрочная лицензия №61541869 от 15.02.2013. Договор № 01-эа/13 от 25.02.2013г. Дата начала/окончания жизненного цикла 09.01.2013/ 11.04.2023г.

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

<p>Аудитория № 415 «Аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации»</p>	<p>Доска меловая – 1 шт., стол преподавателя – 1 шт., стул преподавателя – 1 шт., кафедра – 1 шт., ученический стол-парта – 17 шт., демонстрационное оборудование: проектор переносной, экран, ноутбук.</p>	<p>Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная. Бессрочная лицензия №61541869 от 15.02.2013. Договор № 01-эа/13 от 25.02.2013. Дата начала/окончания жизненного цикла 30.10.2012/ 14.01.2020г. Базовый пакет программ Microsoft Office Standard 2013. Бессрочная лицензия №61541869 от 15.02.2013. Договор № 01-эа/13 от 25.02.2013г. Дата начала/окончания жизненного цикла 09.01.2013/ 11.04.2023г.</p>
<p>Аудитория № 401А «Лаборатория гидравлики и метрологии»</p>	<p>Доска меловая – 1 шт., стол преподавателя - 1шт., стул преподавателя – 1 шт., комплект ученической мебели – 9 шт., демонстрационное оборудование: ноутбук, лабораторное оборудование: комплект учебно-лабораторного оборудования «Метрология Технические измерения линейных величин», гладкий микрометр МК 25, гладкий микрометр МК 50,</p>	<p>Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная. Бессрочная лицензия №61541869 от 15.02.2013. Договор № 01-эа/13 от 25.02.2013. Дата начала/окончания жизненного цикла 30.10.2012/ 14.01.2020г. Базовый пакет программ Microsoft Office Standard 2013. Бессрочная лицензия №61541869 от 15.02.2013. Договор № 01-эа/13 от 25.02.2013г. Дата начала/окончания жизненного цикла</p>

	<p>штангенциркуль со встроенным глубиномером ШЦ-1-250,</p> <p>штангенциркуль с цифровым индикатором ШЦЦ-1-150, комплект учебно-лабораторного оборудования «Основы гидравлики и гидропривода», комплект учебно-лабораторного оборудования «Гидроприводы и гидромашин», комплект учебно-лабораторного оборудования "Измерение давлений, расходов и температур в системах водо- и газоснабжения", меры твердости Роквелла МТР-МЕТ, установка смешивания жидких и твердых компонентов Solid/LiquidMixingUnit.</p>	09.01.2013/ 11.04.2023г.
Аудитория № 126 «Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования»	Набор инструментов для профилактического обслуживания учебного оборудования, комплектующие для компьютерной и офисной техники	
Аудитория № 319 «Помещение для самостоятельной работы обучающихся»	Доска меловая – 1 шт., стол преподавателя – 1 шт., стул преподавателя – 1 шт., стол ученический (3х-местный) – 4 шт., стул офисный – 22 шт., стол компьютерный – 9 шт., АРМ с выходом в Интернет – 6 шт., стул компьютерный – 9 шт., шкаф встроенный – 2 шт., шкаф-стеллаж – 1 шт., демонстрационное оборудование: проектор переносной, экран, ноутбук.	Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная. Бессрочная лицензия №61541869 от 15.02.2013. Договор № 01-эа/13 от 25.02.2013. Дата начала/окончания жизненного цикла 30.10.2012/ 14.01.2020г. Базовый пакет программ Microsoft Office Standard 2013. Бессрочная лицензия №61541869 от 15.02.2013. Договор № 01-эа/13 от 25.02.2013г. Дата начала/окончания жизненного цикла 09.01.2013/ 11.04.2023г. MathWorks Mathlab. Договор 130-эа/13 от 28.11.2013. Учебный комплект КОМПАС-3D. Договор 130-эа/13 от 28.11.2013. AnyLogic 7 Educational. Договор 76-эа/14 от 12.01.2015. PTC Mathcad Prime. Договор 29-эа/14 от 08.07.2014. Microsoft Visio профессиональный 2013. Договор 130-эа/13 от 28.11.2013. Подписка Microsoft Azure DevTool for Teaching на 3 года (дата окончания 20.02.2022)

13. Особенности освоения дисциплины (модуля) лицами с ограниченными возможностями здоровья

Обучающимся с ограниченными возможностями здоровья предоставляются специальные учебники, учебные пособия и дидактические материалы, специальные технические средства обучения коллективного и индивидуального пользования, услуги ассистента (по-

мощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь, а также услуги сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Освоение дисциплины (модуля) обучающимися с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано совместно с другими обучающимися, а также в отдельных группах.

Освоение дисциплины (модуля) обучающимися с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья.

В целях доступности получения высшего образования по образовательной программе лицами с ограниченными возможностями здоровья при освоении дисциплины (модуля) обеспечивается:

1) для лиц с ограниченными возможностями здоровья по зрению:

- присутствие ассистента, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (помогает занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, в том числе, записывая под диктовку),

- письменные задания, а также инструкции о порядке их выполнения оформляются увеличенным шрифтом,

- специальные учебники, учебные пособия и дидактические материалы (имеющие крупный шрифт или аудиофайлы),

- индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс,

- при необходимости студенту для выполнения задания предоставляется увеличивающее устройство;

2) для лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху:

- присутствие ассистента, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (помогает занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, в том числе, записывая под диктовку),

- обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости обучающемуся предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;

- обеспечивается надлежащими звуковыми средствами воспроизведения информации;

3) для лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата (в том числе с тяжелыми нарушениями двигательных функций верхних конечностей или отсутствием верхних конечностей):

- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением или надиктовываются ассистенту;

- по желанию студента задания могут выполняться в устной форме.