

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Шебзухова Татьяна Александровна
Должность: Директор Пятигорского института (филиал) Северо-Кавказского
федерального университета
Дата подписания: 23.08.2023 16:39:16
Уникальный программный ключ:
d74ce93cd40e39275c3ba2f58486412a1c8ef96f

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Пятигорский институт (филиал) СКФУ

УТВЕРЖДАЮ

Зам. директора по учебной работе
Пятигорского института (филиал) СКФУ
М.В. Мартыненко
«__» _____ 20__ г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
СИСТЕМНАЯ АВТОМАТИКА И АВТОМАТИЧЕСКОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ В
ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ**

Направление подготовки
Направленность (профиль)

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
Передача и распределение электрической энергии в си-
стемах электроснабжения

Форма обучения
Год начала обучения
Реализуется в 8 семестре

очная
2022 г

Разработано:

Старший преподаватель кафедры физики,
электротехники и электроэнергетики
(должность разработчика)

Палий В.А.
(Ф.И.О.)

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Пятигорск 2022 г.

1. Цель и задачи освоения дисциплины

Целью дисциплины «Системная автоматика и автоматическое регулирование в электроэнергетических системах» является изучение основных устройств автоматического управления в электроэнергетических системах: автоматика синхронизации синхронных машин, автоматика повторного включения, автоматика включения резервного питания, автоматика частотной разгрузки, автоматика регулирования напряжения и реактивной мощности в энергосистеме, автоматика регулирования частоты и активной мощности, противоаварийная режимная автоматика специального назначения..

Задачи изучения дисциплины:

- изучение принципов построения алгоритмов подсистем автоматики электрических станций и подстанций как составных частей электроэнергетических систем, схем, основного оборудования и устройств автоматики электрических станций и подстанций, цепей контроля и управления электроустановок;
- освоение методов расчета параметров и выбора оборудования, устройств и комплексов автоматики электрических станций и подстанций;
- освоение методов оптимизации режимов работы электроэнергетических систем (электростанций и подстанций), методов управления технологическими процессами производства, передачи и распределения электроэнергии;
- изучение структуры специализированного программного обеспечения для разработки АСУ электротехническим оборудованием.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Системная автоматика и автоматическое регулирование в электроэнергетических системах» относится к дисциплинам вариативной части учебного плана Б1.В.16.01-Б1.В.16.07 ОП ВО подготовки бакалавра по направлению 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника. Её освоение происходит в 8 семестре.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код, формулировка компетенции	Код, формулировка индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций, индикаторов
ПК-2 Способен анализировать режимы работы систем электроснабжения объектов	ИД-1 _{ПК-2} Рассчитывает параметры электрооборудования систем электроснабжения	Знает общие сведения об АСУ ТП, функции, состав и структура АСУ ТП, особенности построения и функционирования систем диспетчерского управления электроэнергетическими системами с помощью мнемосхем, структуру специализированного программного обеспечения для разработки АСУ электротехническим оборудованием, принципы построения автоматики электрических станций и подстанций, элементную базу, характеристики, эксплуатационные требования

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

		и регулировочные свойства современных средств автоматики электрических станций и подстанций. Умеет применять электромеханические, электронные и микропроцессорные средства автоматики для контроля значений электрических величин с целью управления электроэнергетическими объектами, выбирать и реализовывать эффективные режимы работы средств автоматики по заданным методикам, выбрать и рассчитать устройства автоматики для отдельных элементов энергосистемы. Владеет методами расчета параметров и характеристик средств автоматики электроэнергетических систем, методами разработки технического и программного обеспечения АСУ электростанций и подстанций, навыками проведения стандартных испытаний и регулировки автоматики электроэнергетических систем
--	--	--

4. Объем учебной дисциплины и формы контроля

Объем занятий:	З.е.	Астр. ч.	Из них в форме практической подготовки
Всего:	3	81	
Из них аудиторных:		36	
Лекций		18	
Лабораторных занятий		18	
Самостоятельной работы		45	
Формы контроля:			
Зачет с оценкой			
Расчетно-графическая работа			

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

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

5.1. Тематический план дисциплины (модуля)

№	Раздел (тема) дисциплины	Реализуемые компетенции, индикаторы	Контактная работа обучающихся с преподавателем, часов				Самостоятельная работа, часов
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Групповые консультации	
8 семестр							
1	Тема 1. Понятие звена системы автоматического регулирования и математическое описание свойств линейных звеньев.	ПК-2 ИД-1ПК-2	1,5	–	3	–	3
2	Тема 2. Передаточные функции системы автоматического регулирования.	ПК-2 ИД-1ПК-2	1,5	–	–	–	6
3	Тема 3. Свойства САР в установившемся режиме. Устойчивость САР.	ПК-2 ИД-1ПК-2	1,5	–	3	–	3
4	Тема 4. Автоматическое регулирование возбуждения синхронных машин.	ПК-2 ИД-1ПК-2	1,5	–	–	–	6
5	Тема 5. Электромашинные системы возбуждения.	ПК-2 ИД-1ПК-2	1,5	–	3	–	3
6	Тема 6. Количественные характеристики систем возбуждения синхронных машин.	ПК-2 ИД-1ПК-2	1,5	–	–	–	6
7	Тема 7. Устройства АРВ для высокочастотной системы возбуждения и систем возбуждения на основе генераторов постоянного тока.	ПК-2 ИД-1ПК-2	1,5	–	3	–	3
8	Тема 8. Технические средства для управления режимом работы энергосистемы по напряжению и реактивной мощности.	ПК-2 ИД-1ПК-2	1,5	–	–	–	3
9	Тема 9. Автоматическое регулирование уровней напря-	ПК-2 ИД-1ПК-2	1,5	–	3	–	3

Документ подписан ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Идентификатор документа: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Подписан: Шебзухова Татьяна Александровна

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
 ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
 Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
 Владелец: Щербухова Татьяна Александровна
 Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

10	Тема 10. Автоматическое регулирование частоты и активной мощности на электростанциях и в энергосистемах.	ПК-2 ИД-1 _{ПК-2}	1,5	—	—	—	3
11	Тема 11. Регуляторы частоты вращения турбин.	ПК-2 ИД-1 _{ПК-2}	1,5	—	3	—	3
12	Тема 12. Современные требования по организации регулирования режима работы по частоте и активной мощности.	ПК-2 ИД-1 _{ПК-2}	1,5	—	—	—	3
Итого за 8 семестр:			18	—	18	—	45
Итого:			18	—	18	—	45

5.2. Наименование и содержание лекций

№ Темы дисциплины	Наименование тем дисциплины, их краткое содержание	Объем часов	Из них практическая подготовка, часов
8 семестр			
1	Тема 1. Понятие звена системы автоматического регулирования и математическое описание свойств линейных звеньев. Передаточная функция звена. Переходная характеристика (или переходная функция). Импульсная переходная функции (весовая функция). Амплитудно-фазовая частотная характеристика (АФХ).	1,5	
2	Тема 2. Передаточные функции системы автоматического регулирования. Эквивалентные передаточные функции типовых соединений звеньев. Правила переноса воздействий. Обобщенная эквивалентная схема системы автоматического регулирования.	1,5	
3	Тема 3. Свойства САР в установившемся режиме. Устойчивость САР. Устойчивость САР. Устойчивость систем автоматического регулирования. Критерии устойчивости систем автоматического регулирования. Оценка качества систем автоматического регулирования в переходном режиме	1,5	
4	Тема 4. Автоматическое регулирование возбуждения синхронных машин. Тиристорные системы возбуждения прямого управления.	1,5	
5	Тема 5. Электромашинные системы возбуждения. Бесщеточная система возбуждения. Высококачественная система возбуждения. Система возбуждения с генератором постоянного тока.	1,5	
6	Тема 6. Количественные характеристики систем возбуждения синхронных машин.	1,5	

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
 ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
 Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
 Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
 Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

	Общие принципы выполнения устройств АРВ. Характеристики генераторов, оборудованных устройством АРВ, в установившихся режимах. Выполнение устройств АРВ для систем возбуждения различного типа.		
7	Тема 7. Устройства АРВ для высокочастотной системы возбуждения и систем возбуждения на основе генераторов постоянного тока. Краткие сведения о магнитных усилителях. Устройства АРВ для высокочастотной системы возбуждения. Выполнение АРВ для систем возбуждения с генератором постоянного тока.	1,5	
8	Тема 8. Технические средства для управления режимом работы энергосистемы по напряжению и реактивной мощности. Основные соотношения, необходимые для рассмотрения вопросов регулирования напряжения. Естественные потребители и источники реактивной мощности в энергосистемах. Компенсирующие устройства, осуществляющие скалярное управление. Современные технические средства для управления режимом работы электрических сетей.	1,5	
9	Тема 9. Автоматическое регулирование уровней напряжения и потоков реактивной мощности на электростанциях. Регулирование уровней напряжения и потоков реактивной мощности в электрических сетях. Регулирование напряжения в системообразующих сетях. Регулирование напряжения в распределительных электрических сетях.	1,5	
10	Тема 10. Автоматическое регулирование частоты и активной мощности на электростанциях и в энергосистемах. Статические характеристики турбин. Статические характеристики нерегулируемых агрегатов турбина-генератор.	1,5	
11	Тема 11. Регуляторы частоты вращения турбин. Первичные регуляторы частоты вращения паровых и гидравлических турбин. Сервомоторы с различными видами обратной связи. Сервомотор с обратной связью. Передаточные функции звеньев, замещающих турбины и генераторы. Анализ системы регулирования частоты вращения паровой турбины. Электрогидравлические регуляторы частоты вращения турбин. Результирующая статическая характеристика активной мощности системы по частоте. Общие принципы управления режимом работы энергосистемы по частоте и активной мощности.	1,5	

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

12	Тема 12. Современные требования по организации регулирования режима работы по частоте и активной мощности. Первичное регулирование частоты и мощности. Вторичное регулирование частоты и мощности.	1,5	
	Итого за 8 семестр:	18	
	Итого:	18	

5.3. Наименование лабораторных работ

№ Темы дисциплины	Наименование тем дисциплины, их краткое содержание	Объем часов	Из них практическая подготовка, часов
8 семестр			
1	Лабораторная работа №1. Автоматическое повторное включение линии электропередачи с односторонним питанием. Ознакомление с принципом работы автоматического повторного включения линии и ускорения действия релейной защиты до АПВ. Изучение конструкции реле РПВ-58, РПВ-258. Расчет уставок и уяснение работы устройства АПВ и ускорения действия релейной защиты до и после АПВ.	3	
2	Лабораторная работа №2. Автоматическое повторное включение линии электропередачи с двусторонним питанием. Ознакомление с особенностями работы автоматического повторного включения на линии с двусторонним питанием. Расчет уставок и уяснение работы устройства АПВ с контролем наличия и отсутствия напряжения, а также - устройств контроля синхронизма.	3	
3	Лабораторная работа №3. Автоматическое резервное включение секционного выключателя понизительной подстанции. Ознакомление с основными принципами резервирования, реализация их в различных схемах, расчет уставок и выяснение действия автоматики при различных видах ненормальных режимов в сети.	3	
4	Лабораторная работа №4. Автоматическое регулирование частоты вращения синхронного генератора. Изучить принципы автоматического управления приводным двигателем, особенности автоматического регулирования частоты и активной и мощности в режимах холостого хода и параллельной работы с сетью.	3	
	Лабораторная работа №5. Автоматическое регулирование возбуждения синхронного генератора.	3	

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

	Изучить принципы автоматического регулирования возбуждения синхронных машин, изучить влияние автоматического регулирования возбуждения на предел статической устойчивости синхронного генератора.		
6	Лабораторная работа №6. Автоматическая синхронизация генератора с сетью. Изучить принцип действия устройства точной автоматической синхронизации генератора с сетью.	3	
	Итого за 8 семестр:	18	
	Итого:	18	

5.4. Наименование практических занятий

Данный вид работ не предусмотрен учебным планом.

5.5. Технологическая карта самостоятельной работы обучающегося

Коды реализуемых компетенций, индикатора(ов)	Вид деятельности студентов	Средства и технологии оценки	Объем часов, в том числе		
			СРС	Контактная работа с преподавателем	Всего
8 семестр					
ПК-2 ИД-1ПК-2	Самостоятельное изучение литературы по темам №1-12	Собеседование	20,52	2,28	22,8
	Подготовка к лекциям	Собеседование	1,62	0,18	1,8
	Подготовка к лабораторным занятиям	Собеседование	4,86	0,54	5,4
	Выполнение расчетно-графической работы	Собеседование	13,5	1,5	15
Итого за 8 семестр:			40,5	4,5	45
Итого:			40,5	4,5	45

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

Фонд оценочных средств (ФОС) для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Системная автоматика и автоматическое регулирование в электроэнергетических системах» базируется на перечне осваиваемых компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения дисциплины (модуля). ФОС обеспечивает объективный контроль достижения запланированных результатов обучения. ФОС включает в себя:

- описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания;
- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и уровня овладения формирующими этапами формирования компетенций;

– **ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ** методические материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков в процессе освоения дисциплины (модуля).

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

приложением к данной программе дисциплины (модуля).

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Приступая к работе, каждый студент должен принимать во внимание следующие положения.

Дисциплина «Системная автоматика и автоматическое регулирование в электроэнергетических системах» построена по тематическому принципу, каждая тема представляет собой логически завершённый раздел.

Лекционный материал посвящён рассмотрению ключевых, базовых положений курсов и разъяснению учебных заданий, выносимых на самостоятельную работу студентов.

Лабораторные работы направлены на приобретение опыта практической работы в соответствующей предметной области.

Самостоятельная работа студентов направлена на самостоятельное изучение дополнительного материала, подготовку к практическим и лабораторным занятиям, а также выполнения всех видов самостоятельной работы.

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

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

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

8.1.1. Перечень основной литературы:

1. Карпов, А.Г. Цифровые системы автоматического регулирования: учебное пособие / А.Г. Карпов; Министерство образования и науки Российской Федерации, Томский Государственный Университет Систем Управления и Радиоэлектроники (ТУСУР). – Томск: ТУСУР, 2015. – 216 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=480640>

2. Осинцев, А. А. Локальные устройства противоаварийной автоматики : учебно-методическое пособие / А. А. Осинцев. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2019. — 68 с. — ISBN 978-5-7782-3838-1. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/99186.html>

8.1.2. Перечень дополнительной литературы:

1. Шойко, В.П. Автоматическое регулирование в электрических системах : учебное пособие / В.П. Шойко. – Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2012. – 195 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=228798>

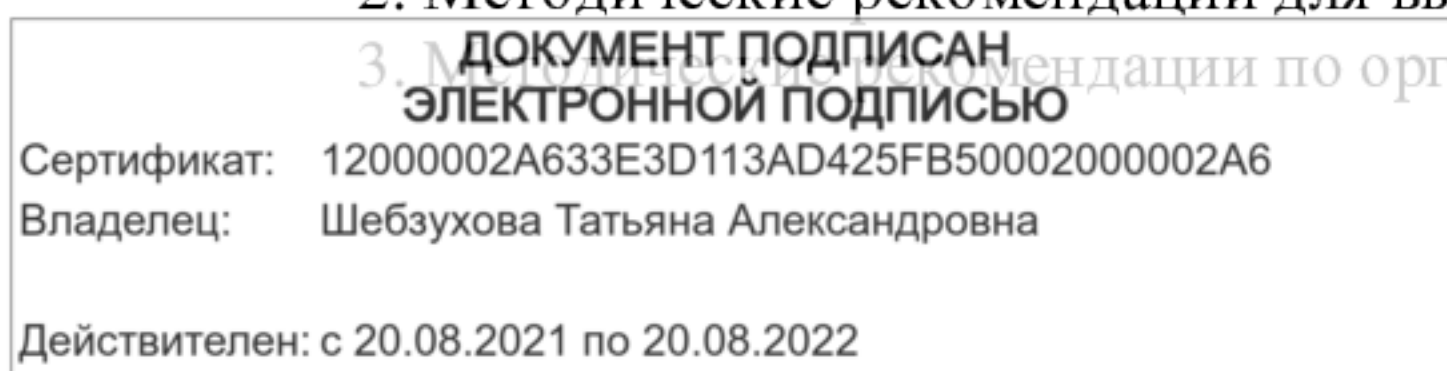
2. Автоматика управления режимами электроэнергетических систем : учебное пособие / составители А. Н. Козлов. — 2-е изд. — Благовещенск : Амурский государственный университет, 2017. — 64 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/103838.html>

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

1. Методические рекомендации для подготовки к лабораторным занятиям.

2. Методические рекомендации для выполнения расчетно-графической работы.

3. Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов.



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

1. <http://www.biblioclub.ru> -ЭБС "Университетская библиотека онлайн"
2. <http://www.iprbookshop.ru/> - Электронно- библиотечная система IPRbooks

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

Специальные информационные справочные системы не требуются.

Программное обеспечение:

1	Microsoft Windows Professional Russian Upgrade/Software Assurance Pack Academic OPEN 1 License No Level- лицензия № 61541869 от 15.02.2013. Бессрочная лицензия. Дата окончания срока поддержки (обновления) 10.01.2023г.
2	Microsoft Office Russian License/Software Assurance Pack Academic OPEN 1 License No Level - лицензия № 61541869 от 15.02.2013 Бессрочная лицензия. Дата окончания срока поддержки (обновления) 11.04.2023г.

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

Лекционные занятия	Учебная аудитория для проведения учебных занятий, оснащена оборудованием и техническими средствами обучения. Переносной ноутбук, проектор, доска магнитно-маркерная.
Лабораторные занятия	Лаборатория теоретических основ электротехники, релейной защиты и электробезопасности с интерактивным мультимедиа оборудованием Лабораторное оборудование «Электроэнергетика-релейная защита и автоматика». Научно-исследовательский комплекс «Автоматизированные средства управления и защиты в системах электроснабжения промышленных предприятий».
Самостоятельная работа	Помещение для самостоятельной работы обучающихся, оснащенное компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде.

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащены оборудованием и техническими средствами обучения.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащённые компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде.

11. Особенности освоения дисциплины 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 (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь, а также услуги сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Освоение дисциплины (модуля) обучающимися с ограниченными возможностями здоровья осуществляется совместно с другими обучающимися, а также в отдельных

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ	
Сертификат:	12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец:	Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022	

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.

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022