

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФГАОУ ВО «СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

СОГЛАСОВАНО

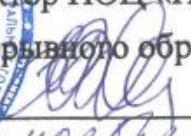
Руководитель группы - заместитель
Главного инженера ПАО «Юнипро»

 А.И. Рыцев
«27» 11 2023 г.



УТВЕРЖДАЮ:

Директор НОЦ «Институт
непрерывного образования»

 Е.В. Мошкина
«08» 11 2023 г.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПРОГРАММА
ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ

**«Автоматизация и управление
технологическими процессами в энергетике»**

Красноярск 2023

I. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ

1.1. Аннотация программы

Современная энергетическая отрасль в настоящее время не может обходиться без автоматизации и управления, так как генерация энергии сопряжена с многочисленными технологическими процессами. Автоматизация позволяет повысить эффективность работы и снизить финансовые и трудовые затраты.

Программа повышения квалификации «Автоматизация и управление технологическими процессами в энергетике» направлена на углубленное изучение проблем при осуществлении эксплуатации оборудования автоматизированных систем управления технологическими процессами (далее — АСУТП) для обеспечения надежной и безаварийной работы ГЭС/ГАЭС. В программе рассмотрены аспекты надежности и устойчивости АСУТП, теории автоматического управления, вопросы цифровой трансформации предприятий энергетической отрасли.

1.2. Цель программы

Цель программы — повышение профессионального уровня слушателей, занятых в энергетической сфере, с формированием и (или) совершенствованием компетенций, соответствующих Федеральному государственному образовательному стандарту высшего образования «Работник по эксплуатации оборудования автоматизированных систем управления технологическими процессами гидроэлектростанции/ гидроаккумулирующей электростанции».

1.3. Компетенции (трудовые функции) в соответствии с Профессиональным стандартом (формирование новых или совершенствование имеющихся)

Программа разработана с учетом профессионального стандарта 20.002 «Работник по эксплуатации оборудования автоматизированных систем управления технологическими процессами гидроэлектростанции / гидроаккумулирующей электростанции» и направлена на освоения слушателями следующих компетенций трудовых функций:

А: Сопровождение технического обслуживания оборудования АСУТП ГЭС/ГАЭС:

- А/01.6 Техническое сопровождение оперативной эксплуатации оборудования АСУТП ГЭС/ГАЭС;
- А/02.6 Техническое обслуживание оборудования АСУТП ГЭС/ГАЭС
- А/03.6 Решение производственно-технических задач по техническому обслуживанию оборудования АСУТП ГЭС/ГАЭС.

С: Управление деятельностью по эксплуатации оборудования АСУТП ГЭС/ГАЭС:

- С/04.7 Организация работы подчиненного персонала по эксплуатации оборудования АСУТП ГЭС/ГАЭС

1.4. Планируемые результаты обучения

Слушатель, освоивший программу, будет обладать следующими профессиональными компетенциями, включающими в себя способность:

Результаты обучения (РО)	Содержание результата обучения
РО1. Осуществлять техническое сопровождение оперативной эксплуатации оборудования АСУТП ГЭС/ГАЭС	Контролировать технического состояния оборудования АСУТП ГЭС/ГАЭС в соответствии с заданным режимом работы. Анализировать работу оборудования АСУТП ГЭС/ГАЭС при авариях и нарушениях нормального режима работы. Разрабатывать технические решения по исключению случаев неисправности оборудования АСУТП ГЭС/ГАЭС и повышению надежности его работы при дальнейшей эксплуатации
РО2. Осуществлять техническое обслуживание оборудования АСУТП ГЭС/ГАЭС	Выполнять мероприятия, препятствующие ошибочному включению/отключению работающего оборудования и устройств ГЭС/ГАЭС. Выбирать методы восстановления работоспособности оборудования АСУТП ГЭС/ГАЭС. Применять основы математического обеспечения и программирования при техническом обслуживании оборудования АСУТП ГЭС/ГАЭС
РО3. Решать производственно-технические задачи по техническому обслуживанию оборудования АСУТП ГЭС/ГАЭС	Подготавливать предложения при составлении графиков ремонтов единиц основного оборудования ГЭС/ГАЭС. Подготавливать предложения по формированию аварийного запаса оборудования АСУТП ГЭС/ГАЭС и материалов
РО4. Организовывать работы подчиненного персонала по эксплуатации оборудования АСУТП ГЭС/ГАЭС	Распределять производственные задачи между подчиненными работниками. Контролировать сроки, объемы и качество работ, выполненных подчиненными работниками. Формировать необходимую отчетность по подразделению

1.5. Категория слушателей

Работники по эксплуатации, обслуживанию и регулированию оборудования автоматизированных систем управления технологическими процессами гидроэлектростанции / гидроаккумулирующей электростанции.

1.6. Требования к уровню подготовки поступающего на обучение

Лица, имеющие высшее образование и(или) среднее профессиональное образование по программам подготовки специалистов среднего звена; лица, получающие высшее образование; лица, имеющие дополнительные квалификации в профессиональной деятельности.

1.7. Продолжительность обучения

Повышение квалификации — 72 часа.

1.8. Форма обучения

Оно-заочная (с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий).

1.9. Требования к материально-техническому обеспечению, необходимому для реализации дополнительной профессиональной программы повышения квалификации (требования к аудитории, компьютерному классу, программному обеспечению)

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
Конференц-зал, компьютерный класс	Лекции	Компьютеры, мультимедийный проектор, экран, доска
Компьютерный класс	Практические занятия	Компьютеры, мультимедийный проектор, экран, доска, компьютерные программы: SimInTech (Simulation In Technic) – среда разработки математических моделей, алгоритмов управления, интерфейсов управления и автоматической генерации кода для контроллеров управления и графических дисплеев

1.10. Особенности (принципы) построения дополнительной профессиональной программы повышения квалификации

Особенности построения программы повышения квалификации «Автоматизация и управление технологическими процессами в энергетике»:

- модульная структура программы;
- в основу проектирования программы положен компетентностный подход;
- использование информационных и коммуникационных технологий, в том числе современных систем технологической поддержки процесса обучения, обеспечивающих комфортные условия для обучающихся, преподавателей;
- применение электронных образовательных ресурсов (дистанционное, электронное, комбинированное обучение и пр.).

Для доступа к учебным материалам в системе электронного обучения СФУ «е-Курсы» «Автоматизация и управление технологическими процессами в энергетике» (<https://e.sfu-kras.ru/>) слушателям необходимо стандартное программное обеспечение (операционная система, офисные программы) и выход в интернет.

1.11. Документ об образовании: удостоверение о повышении квалификации установленного образца.

II. ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

2.1. Учебно-тематический план

№ п/п	Наименование и содержание разделов и тем программы	Всего часов	В том числе:		Использование средств ЭО и ДОТ	Результаты обучения
			Контактная работа	Самостоятельная работа		
1	Основы теории управления	18	14	4		PO1, PO2
1.1	Преобразование структурных схем динамических систем. Моделирование систем управления в ПК SimInTech	3	2	1		PO1, PO2
1.2	Пооператорная структурная схема. Модель Динамической системы в векторно-матричной форме	3	3			PO1, PO2
1.3	Реализация моделей динамических систем в ПК SimInTech, с учетом схем систем применяющихся на действующем производстве	3	2	1		PO1, PO2
1.4	Оценка устойчивости систем управления с использованием ПК SimInTech	4	3	1		PO1, PO2
1.5	Оценка качества регулирования систем управления с использованием ПК SimInTech	3	2	1		PO1, PO2
1.6	Параметрический синтез систем управления	2	2			PO1, PO2
2	Цифровая трансформация предприятий энергетической отрасли	34	14	20		PO3, PO4
2.1	Задачи цифровой трансформации предприятий	4	2	2	Интерактивная лекция, тест в электронном курсе. Skype	PO3
2.2	Цифровизация проектной деятельности на предприятиях энергетической отрасли	10	4	6	Интерактивная лекция, тест в электронном курсе. Skype	PO3, PO4

№ п/п	Наименование и содержание разделов и тем программы	Всего часов	В том числе:		Использование средств ЭО и ДОТ	Результаты обучения
			Контактная работа	Самостоятельная работа		
2.3	Информационное пространство как основа цифрового ландшафта предприятий энергетики	6	2	4	Интерактивная лекция, тест в электронном курсе. Skype	PO3, PO4
2.4	Цифровизация производственной деятельности предприятий энергетической отрасли	14	6	8	Интерактивная лекция, тест в электронном курсе. Skype	PO3, PO4
3	Надёжность автоматизированных систем управления	18	14	4		PO1–PO3
3.1	Основные понятия надёжности и нормативные документы	4	3	1		PO1, PO2, PO3
3.2	Модели надёжности технических систем	2	1	1		PO1, PO2, PO3
3.3	Методы диагностики и поиска причин нарушения работоспособности оборудования	6	5	1		PO1, PO2, PO3
3.4	Модели и методы управления ремонтами	6	5	1		PO1, PO2, PO3
	Итоговый контроль	2		2	Тест в электронном курсе	PO1–PO4
	ИТОГО	72	42	30		

2.2. План учебной деятельности

Результаты обучения	Учебные действия/ формы текущего контроля	Используемые ресурсы/ инструменты/ технологии
PO1. Осуществлять техническое сопровождение оперативной эксплуатации оборудования АСУТП ГЭС/ГАЭС PO2. Осуществлять техническое обслуживание оборудования АСУТП ГЭС/ГАЭС PO3. Решать производственно-технические задачи по техническому обслуживанию оборудования АСУТП ГЭС/ГАЭС PO4. Организовывать работы подчиненного персонала по эксплуатации оборудования АСУТП ГЭС/ГАЭС	Изучение лекционного материала, самостоятельное изучение мультимедийных информационных материалов, выполнение практических работ, тестирование по пройденному материалу	Очные и интерактивные лекции, видеофильмы и презентации, материалы электронного курса в системе электронного обучения СФУ «е-Курсы». Видеоконференции в Skype. ПО SimInTech

2.3. Виды и содержание самостоятельной работы

Выполнение самостоятельной работы слушателями предполагается для модулей программы как в очном и удалённом режиме, так и в дистанционном режиме в рамках электронного курса, размещенного в системе электронного обучения СФУ:

- самостоятельное углубленное изучение дополнительных материалов по темам курса;
- подготовка к итоговой аттестации.

III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

3.1. Учебно-методическое обеспечение, в т.ч. электронные ресурсы в корпоративной сети СФУ и сети Интернет

1. Барметов, Ю.П. Диагностика и надежность автоматизированных систем: учеб. пособие / Ю.П. Барметов. – Воронеж: ВГУИТ, 2019. – 147 с.
2. Бочкарев, С.В. Диагностика и надежность автоматизированных технологических систем: учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению «Автоматизация технологических процессов и производств» / С.В. Бочкарев, А.И. Цаплин, А.Г. Схиртладзе. – Старый Оскол: ТНТ, 2013. – 615 с.
3. Гайдук, А.Р. Анализ и аналитический синтез цифровых систем управления: монография / А.Р. Гайдук, Е.А. Плаксиенко; [рец.: Р.А. Нейдорф, В.В. Тютиков]. – Изд. 2-е, стер. – СПб.; М.; Краснодар: Лань, 2021. – 269 с. НБ СФУ.
4. Гайдук, А.Р. Применение программного пакета SimInTech для изучения теории автоматического управления: учеб. пособие / А.Р. Гайдук, Т.А. Пьявченко. – Ростов-н/Д.: ЮФУ, 2021. – 133 с.
5. Иванов, И.И. Электротехника и основы электроники: учебник для вузов / И.И. Иванов, Г.И. Соловьев, В.Я. Фролов. – 11-е изд., стер. – СПб.: Лань, 2021. – 736 с. Реком. Учебно-метод. объединением по университетскому политехн. образованию в качестве учебника для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлениям подготовки и специальностям в области техники и технологии.
6. Мартишин, С.А. Основы теории надежности информационных систем: учеб. пособие / С.А. Мартишин; Институт системного программирования Российской академии наук. – М.: Издательский Дом «ФОРУМ», 2019. – 255 с. Является аналогом: Мартишин, С.А. Основы теории надежности информационных систем: учеб. пособие / С.А. Мартишин. – М., 2020. – 255 с.
7. Методические рекомендации по организации контактной работы в ЭИОС СФУ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://about.sfu-kras.ru/docs/10308/pdf/378882>.
8. Методы и средства проектирования информационных систем и технологий: учеб. пособие. – Киров: ВятГУ, 2019. – Ч. 1: Основы моделирования информационных систем: учеб. пособие / Ю.В. Ланских. – Киров: ВятГУ, 2019. – 176 с.
9. Музылева, И.В. Элементарная теория линейных систем в задачах и упражнениях: учеб. пособие / И.В. Музылева. – СПб: Лань, 2021. – 428 с.
10. Тверской, Ю.С. Автоматизация пылеугольных котлов электростанций: монография / Ю.С. Тверской; [рец.: С.А. Таламанов, А.В. Голубев]. – СПб.; М.; Краснодар: Лань, 2021. – 471 с. – (Магистратура и аспирантура). НБ СФУ.
11. Теория автоматического управления: учебно-метод. пособие / Сиб. федер. ун-т, Ин-т цвет. металлов и материаловедения; сост. В.А. Осипова. – Красноярск: СФУ, 2022. – 57 с.

12. Фурсенко, С.Н. Автоматизация технологических процессов: учеб. пособие / С.Н. Фурсенко, Е.С. Якубовская; Белорусский госуд. аграрный технический ун-т. – М.: ООО Научно-издательский центр ИНФРА-М, 2022. – 377 с.

3.2. Программное обеспечение (информационные обучающие системы, системы вебинаров, сетевые ресурсы хостинга видео, изображений, файлов, презентаций и др.)

1. Электронно-библиотечная система «СФУ» [Электронный ресурс]: база данных содержит сведения о всех видах литературы, поступающей в фонд СФУ и библиотек партнеров. – Красноярск, 2006. – Режим доступа <http://bik.sfu-kras.ru/>.

2. ПО SimInTech [Электронный ресурс]. – Режим доступа к бесплатной версии: <https://simintech.ru>.

IV. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

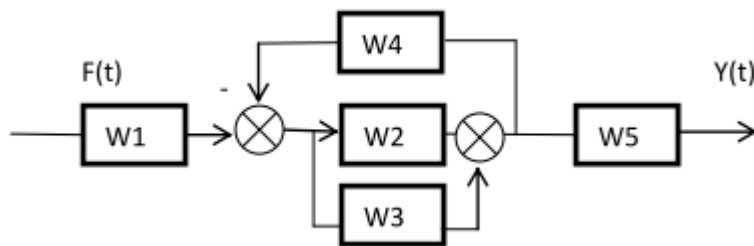
4.1. Формы аттестации, оценочные материалы, методические материалы

Оценка качества освоения слушателями программы повышения квалификации включает промежуточный контроль успеваемости и итоговую аттестацию. При промежуточной аттестации слушатели проходят тест очно в аудитории или в системе электронного обучения СФУ «е-Курсы», и выполняют практические работы в течение учебного процесса по каждому модулю программы повышения квалификации.

Методические материалы, необходимые для выполнения текущих заданий, представлены в соответствующих элементах электронного обучающего курса и включают описание задания, методические рекомендации по его выполнению, критерии оценивания.

Примеры тестовых заданий к лекциям

Вопрос 1. Для данной структурной схемы определить $W_{\text{экв}}$.



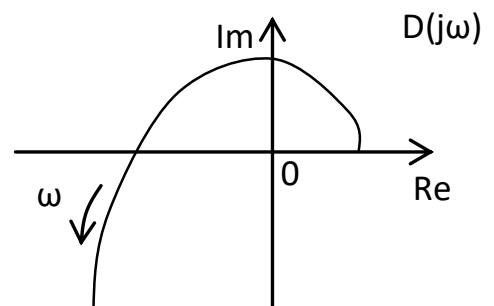
- а) $W_{\text{экв}}(p) = W_1 W_5 \left(\frac{W_4}{1 + (W_2 + W_3) W_4} \right)$ б) $W_{\text{экв}}(p) = W_1 W_5 \left(\frac{W_2 + W_3}{1 + (W_2 + W_3) W_4} \right)$
в) $W_{\text{экв}}(p) = W_1 W_5 \left(\frac{W_2}{1 + W_2 W_4} + W_3 \right)$ г) $W_{\text{экв}}(p) = \frac{W_1 (W_2 + W_3)}{1 + (W_2 + W_3) W_1 W_4} W_5$

Вопрос 2. Система называется нелинейной, если...

- а) управляющее воздействие изменяется по нелинейному закону;
- б) управляемая величина изменяется по нелинейному закону;
- в) хотя бы один из ее элементов описывается нелинейным уравнением (алгебраическим, дифференциальным или разностным);
- г) задающее и возмущающее воздействия изменяются по нелинейным законам.

Вопрос 3. Определить устойчивость системы по годографу Михайлова $D(j\omega)$. Степень характеристического полинома $n = 3$.

- а) устойчива;
- б) неустойчива;
- в) на апериодической границе устойчивости;
- г) на колебательной границе устойчивости;
- д) невозможно определить.



4.2. Требования и содержание итоговой аттестации

Итоговая аттестация слушателей является обязательной и включает в себя выполнение на положительную оценку всех текущих заданий по модулям и сдачу итогового теста в системе электронного обучения СФУ «е-Курсы». Основанием для аттестации является прохождение тестирования с результатом 60 % и выше, что дает возможность продемонстрировать уровень приобретенных слушателем профессиональных компетенций.

Программу составил:

Канд. техн. наук, доцент,
зав. кафедрой систем автоматики,
автоматизированного управления и проектирования
Института космических и информационных
технологий СФУ



А.С. Климов

Канд. техн. наук, доцент,
зав. кафедрой систем автоматики,
автоматизированного управления и проектирования
Института космических и информационных
технологий СФУ



А.С. Климов