



Ивановский  
Государственный  
Энергетический  
Университет



**ЭнергоГрад**  
Акселерационная программа ИГЭУ

# Система предиктивной аналитики технического состояния оборудования ТЭС и АЭС

**БУБНОВ**

Кирилл Николаевич  
ИГЭУ, ТЭС, TechNet

**КУЗНЕЦОВ**

Михаил Александрович  
ИГЭУ, ИВТФ, TechNet



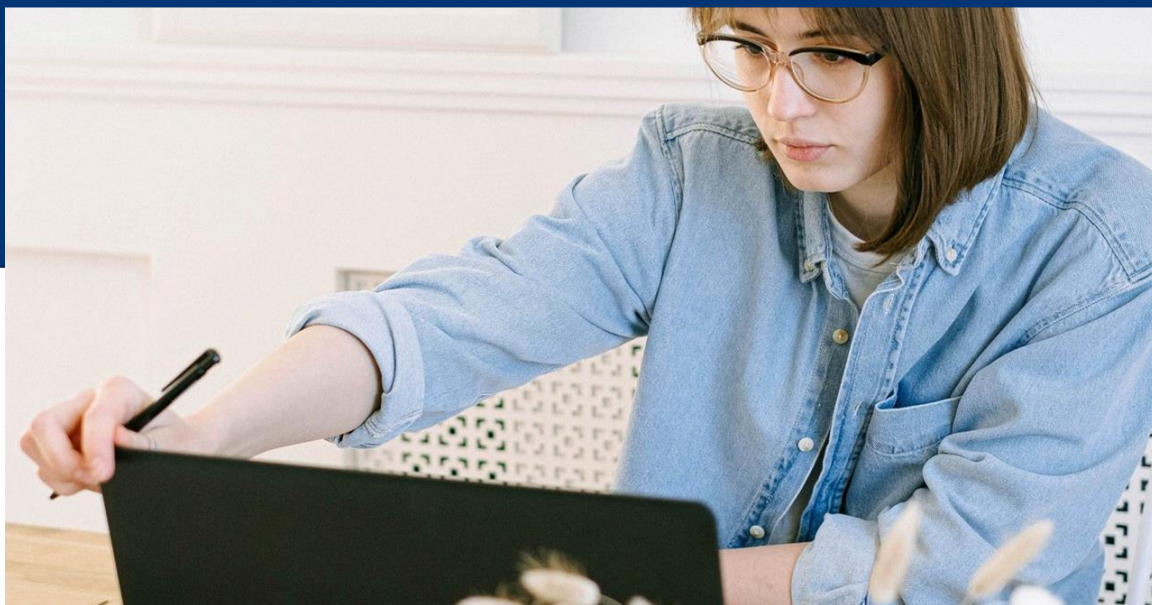
# АКТУАЛЬНОСТЬ

На протяжении всего срока эксплуатации технологического оборудования ТЭС и АЭС возникают неисправности, которые становятся причиной ухудшения их характеристик экономичности и надежности



Тепло- и электрогенерирующие компании хотят изменить традиционный подход к организации ТОиР и перейти к системе ремонтов по техническому состоянию.





# ПРОБЛЕМА

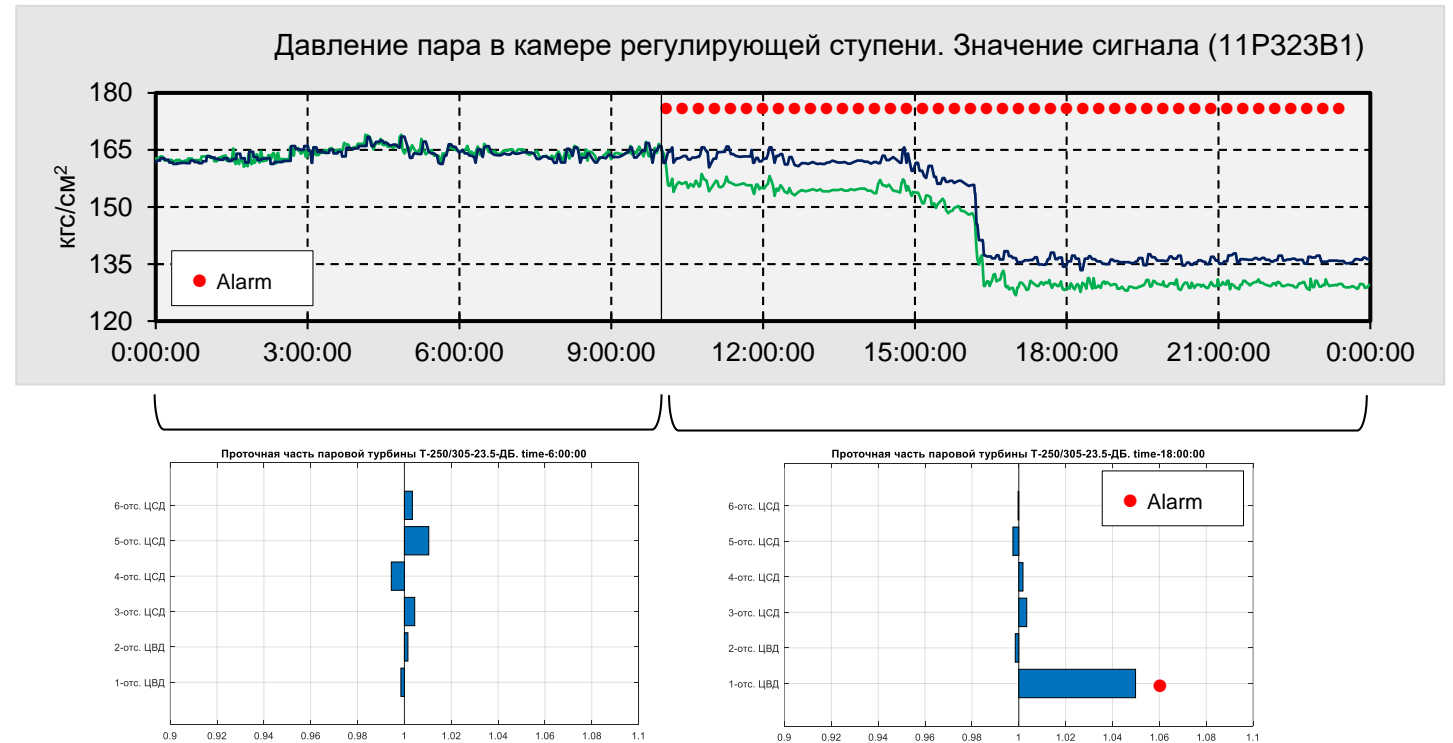
- Работа оборудования с показателями ниже требований, установленных НТД
- Пережог топлива

- Убытки из-за внеплановых простоев генерирующего оборудования
- Штрафы за нарушение диспетчерского графика
- Большие затраты на внеплановые ремонты



# РЕШЕНИЕ

Программное обеспечение,  
которое реализует  
техническое  
диагностирование (контроль  
технического состояния)  
генерирующего  
оборудования ТЭС и АЭС



# РЕШЕНИЕ

- Для построения математических моделей основного и вспомогательного оборудования ТЭС и АЭС используются методы математического моделирования
- Решение полученных систем уравнений выполняется методами вычислительной математики
- Термодинамические параметры теплоносителя по узлам оборудования ТЭС и АЭС рассчитываются с использованием таблиц свойств воды и водяного пара и программных средств для их описания

# КОНКУРЕНТЫ



**SIEMENS**

**ORACLE**

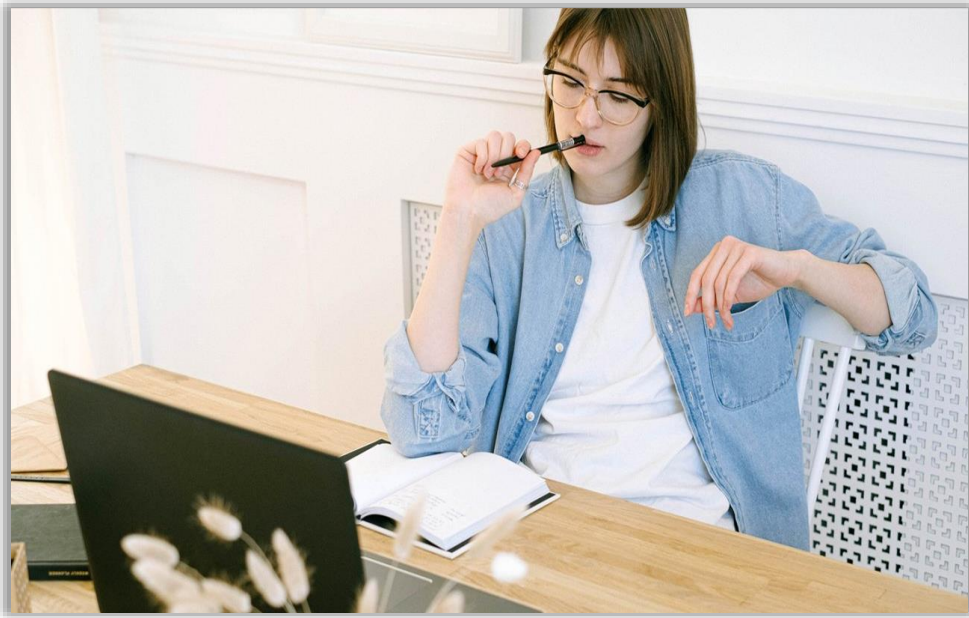
**AVEVA**



**IBM**

**Ctrl<sup>2</sup>go!**





## Оценка Потенциала рынка

Стоимость одной единицы программного обеспечения составляет 1 500 000 рублей

### РАМ

**4 088 млн. рублей**

(количество энергоблоков на 2022 г. составляет 2710)

### ТАМ

**4 065 млн. рублей**

(прогноз роста кол-ва энергоблоков на 5 лет - 2725)

### САМ

**1 220 млн. рублей**

(процент потенциального объема рынка равен 30%)

### СОМ

**122 млн. рублей**

(процент реально достижимого объёма рынка равен 10%)

# Бизнес Модель

<p><b>ПРОБЛЕМА</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Убытки</b> из-за внеплановых простоев генерирующего оборудования;</li> <li>- <b>Штрафы</b> за нарушение диспетчерского графика;</li> <li>- Большие <b>затраты</b> на внеплановые ремонты</li> </ul>	<p><b>РЕШЕНИЕ</b></p> <p>Предиктивная аналитика – <b>мониторинг, диагностика и прогнозирование</b> технического состояния оборудования</p>	<p><b>УНИКАЛЬНОЕ ПРЕДЛОЖЕНИЕ</b></p> <p><b>Отечественное ПО</b>, позволяющее обеспечить <b>снижение расходов и безаварийную работу</b> генерирующего оборудования за счет анализа эксплуатационных данных</p>	<p><b>СКРЫТОЕ ПРЕИМУЩЕСТВО</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Унификация;</b></li> <li>- <b>Модульная архитектура;</b></li> <li>- <b>Открытый исходный код</b></li> </ul>	<p><b>СЕКМЕНТЫ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ</b></p> <p>Тепло- и электрогенерирующие компании (<b>Группа «Интер РАО», АО «Концерн Росэнергоатом», ООО «Газпром энергохолдинг»</b> и др.)</p>
<p><b>РАСХОДЫ</b></p> <p>Заработная плата; коммунальные услуги; налоги, аренда офисного помещения; приобретение офисного оборудования; покупка техники и программного обеспечения</p>	<p><b>МЕТРИКИ</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Количество проданного ПО;</b></li> <li>- <b>снижение затрат</b> на внеплановые ремонты;</li> <li>- <b>сокращение времени простоя</b> оборудования</li> </ul>		<p><b>КАНАЛЫ СБЫТА</b></p> <p>Заключение договоров с потенциальными клиентами <b>напрямую</b></p> <p><b>КАНАЛЫ ПРОДВИЖЕНИЯ</b></p> <p>Выставки и мероприятия, пресс-релизы, партнерства и коллаборации</p>	



# Экономика проекта



# Текущее состояние проекта

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ  
  
ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ  
ГОСУДАРСТВЕННАЯ РЕГИСТРАЦИЯ ПРОГРАММЫ ДЛЯ ЭВМ

**RU2022682363**

Номер регистрации (свидетельства): 2022682363 Дата регистрации: 22.11.2022 Номер и дата поступления заявки: 2022681609 11.11.2022 Дата публикации и номер бюллетеня: 22.11.2022 Бюл. № 12 Контактные реквизиты: truhina@pio.ispu.ru	Автор(ы): Бубнов Кирилл Николаевич (RU), Жуков Владимир Павлович (RU) Правообладатель(и): Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина» (ИГЭУ) (RU)
---	--

Название программы для ЭВМ:  
«Расчет профиля давления пара вдоль проточной части и расходных характеристик конденсационной паровой турбины»

Реферат:  
Программа предназначена для проведения оценки технического состояния проточной части конденсационной паровой турбины по показаниям штатных приборов измерения давления пара. Программа позволяет рассчитать распределение давления пара по проточной части, коэффициенты пропускной способности отсеков паровой турбины и доли площади проходного сечения рассматриваемых отсеков паровой турбины для случаев абразивного износа и заноса солями и окислами проточной части. Программа может использоваться инженерами-теплоэнергетиками, которые занимаются вопросами диагностики технического состояния энергетического оборудования тепловых электростанций, а также при создании интеллектуальных систем мониторинга и диагностики состояния оборудования.

Язык программирования: Matlab  
Объем программы для ЭВМ: 39,1 КБ

**RU2022682363**

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ  
  
ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ  
ГОСУДАРСТВЕННАЯ РЕГИСТРАЦИЯ ПРОГРАММЫ ДЛЯ ЭВМ

**RU2023618286**

Номер регистрации (свидетельства): 2023618286 Дата регистрации: 21.04.2023 Номер и дата поступления заявки: 2023617014 12.04.2023 Дата публикации и номер бюллетеня: 21.04.2023 Бюл. № 5 Контактные реквизиты: truhina@pio.ispu.ru	Автор(ы): Бубнов Кирилл Николаевич (RU), Жуков Владимир Павлович (RU) Правообладатель(и): Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина» (ИГЭУ) (RU)
--	--

Название программы для ЭВМ:  
«Расчет эффективной площади проходных сечений отсеков паровой турбины по профилю давления вдоль проточной части»

Реферат:  
Программа предназначена для анализа и оценки технического состояния проточной части паровой турбины по показаниям штатных контрольно-измерительных приборов. Программа позволяет определить эффективную площадь проходных сечений и коэффициенты пропускной способности отсеков паровой турбины по профилю давления пара вдоль проточной части. Программа может использоваться инженерами-теплоэнергетиками для анализа технического состояния действующего энергетического оборудования тепловых электростанций, а также в качестве модуля при создании программного комплекса предиктивной аналитики энергетического оборудования.

Язык программирования: Matlab  
Объем программы для ЭВМ: 10 КБ

**RU2023618286**

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ  
  
ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ  
ГОСУДАРСТВЕННАЯ РЕГИСТРАЦИЯ ПРОГРАММЫ ДЛЯ ЭВМ

**RU2023662771**

Номер регистрации (свидетельства): 2023662771 Дата регистрации: 14.06.2023 Номер и дата поступления заявки: 2023661593 02.06.2023 Дата публикации и номер бюллетеня: 14.06.2023 Бюл. № 6 Контактные реквизиты: truhina@pio.ispu.ru	Автор(ы): Бубнов Кирилл Николаевич (RU), Жуков Владимир Павлович (RU) Правообладатель(и): Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина» (ИГЭУ) (RU)
--	--

Название программы для ЭВМ:  
«Расчет установившихся режимов работы энергетического оборудования на основании данных, поступающих от штатных средств контроля»

Реферат:  
Программа предназначена для обработки данных, полученных со штатных приборов АСУ ТП энергетического оборудования. Программа позволяет определить временные интервалы установившихся режимов работы на основании выбранных пользователем критериев (например, максимально допустимое отклонение от среднего значения активной мощности, максимально допустимое отклонение от среднего значения расхода свежего пара и т.д.). Программа может использоваться инженерами-теплоэнергетиками для обработки результатов испытаний энергетического оборудования тепловых электростанций, а также в качестве модуля при создании программного комплекса предиктивной аналитики энергетического оборудования.


Язык программирования: Matlab  
Объем программы для ЭВМ: 29 КБ

**RU2023662771**

# Текущее состояние проекта

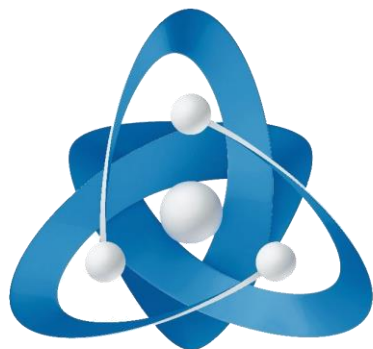
	
РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ	<b>RU2023662774</b>
ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ ГОСУДАРСТВЕННАЯ РЕГИСТРАЦИЯ ПРОГРАММЫ ДЛЯ ЭВМ	
Номер регистрации (свидетельства): 2023662774	Автор(ы): Бубнов Кирилл Николаевич (RU), Жуков Владимир Павлович (RU)
Дата регистрации: 14.06.2023	Правообладатель(и): Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина» (ИГЭУ) (RU)
Номер и дата поступления заявки: 2023661624 02.06.2023	
Дата публикации и номер бюллетеня: 14.06.2023 Бюл. № 6	
Контактные реквизиты: truhina@pio.ispu.ru	
Название программы для ЭВМ: «Расчет профиля давления пара вдоль проточной части и расходных характеристик теплофикационной паровой турбины»	
<b>Реферат:</b> Программа предназначена для анализа технического состояния проточной части теплофикационной паровой турбины по показаниям штатных средств контроля давления пара в характерных сечениях проточной части. Программа позволяет рассчитать распределение давления пара по проточной части и коэффициенты пропускной способности отдельных отсеков паровой турбины для случаев увеличения и уменьшения эффективной площади проходного сечения отсеков при конденсационном и теплофикационном режимах работы паровой турбины. Программа может использоваться инженерами-теплоэнергетиками, которые занимаются вопросами диагностики технического состояния энергетического оборудования, а также в качестве модуля при создании программного комплекса предиктивной аналитики энергетического оборудования.	
Язык программирования: Matlab	
Объем программы для ЭВМ: 42 КБ	

**RU2023662774**

	
РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ	<b>RU2023684423</b>
ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ ГОСУДАРСТВЕННАЯ РЕГИСТРАЦИЯ ПРОГРАММЫ ДЛЯ ЭВМ	
Номер регистрации (свидетельства): 2023684423	Автор(ы): Бубнов Кирилл Николаевич (RU), Жуков Владимир Павлович (RU)
Дата регистрации: 15.11.2023	Правообладатель(и): Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина» (ИГЭУ) (RU)
Номер и дата поступления заявки: 2023683372 07.11.2023	
Дата публикации и номер бюллетеня: 15.11.2023 Бюл. № 11	
Контактные реквизиты: truhina@pio.ispu.ru	
Название программы для ЭВМ: «Решение прямой и обратной задач теплопередачи для подогревателей питательной воды системы регенерации высокого давления конденсационной паровой турбины»	
<b>Реферат:</b> Программа предназначена для решения прямой и обратной задач теплопередачи для подогревателей питательной воды системы регенерации высокого давления на основе матричных моделей теплопередачи. Программа обеспечивает выполнение следующих функций: расчет температур горячего и холодного теплоносителей в характерных сечениях подогревателя с учетом известных значений коэффициента теплопередачи и площади теплообмена (прямая задача); расчет коэффициента теплопередачи по известным температурам горячего и холодного теплоносителей на входе в подогреватель и выходе из него (обратная задача). Программа может использоваться инженерами-теплоэнергетиками для обработки результатов испытаний вспомогательного тепломеханического оборудования тепловых электростанций, а также в качестве модуля при создании программного комплекса предиктивной аналитики теплообменных аппаратов.	
Язык программирования: MATLAB	
Объем программы для ЭВМ: 30 КБ	

**RU2023684423**

# Текущее состояние проекта



**РОСЭНЕРГОАТОМ**  
ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ДИВИЗИОН РОСАТОМА

Идут переговоры с **АО «Концерн Росэнергоатом»** о получении доступа к архиву АСУ ТП для тестирования разработанных модулей

# План развития проекта



# Наращивай готовность на пути к возможности

**Бубнов Кирилл Николаевич**

Лидер проекта

+7 920 375-72-57

[kirill.bubnov.96@mail.ru](mailto:kirill.bubnov.96@mail.ru)

# КОМАНДА



**СЕО**  
УПРАВЛЕНИЕ ПРОЕКТОМ  
И РАЗРАБОТКОЙ

**БУБНОВ**  
Кирилл Николаевич

Аспирант 4 года  
обучения, кафедра  
тепловых электростанций  
ИГЭУ

**Создание собственной  
системы предиктивной  
аналитики и ее  
реализация**



**СТО**  
УПРАВЛЕНИЕ  
РАЗРАБОТКОЙ

**КУЗНЕЦОВ**  
Михаил Александрович

Студент 4 курса, кафедра  
информационных  
технологий ИГЭУ

**Навыки  
программирования на  
C++, Python**