


АВТОНОМНАЯ НЕКОММЕРЧЕСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ – ОРГАНИЗАЦИЯ  
ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ «ПРОФИ-  
ЦЕНТР»

УТВЕРЖДАЮ  
Директора АНО «Профи-центр»  
Е.Ю. Сорокина  
(подпись)  
«18» ноября 2022 г.



Дополнительная профессиональная программа  
ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ  
«МЕТОДЫ ПЛАНИРОВАНИЯ И ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ НАУЧНО-  
ТЕХНИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА В ОБЛАСТИ ФОТОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»

Рассмотрена и одобрена  
на Педагогическом  
совете  
АНО «Профи-центр»  
Протокол № 12  
от 18.11.2022 года

г. Ульяновск, 2022

## 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ

Дополнительная профессиональная образовательная программа повышения квалификации «МЕТОДЫ ПЛАНИРОВАНИЯ И ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА В ОБЛАСТИ ФОТОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ» разработана в соответствии с:

- Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 09.03.03 Прикладная информатика, утвержденный Приказом Министерством науки и высшего образования РФ от 26.11.2020 № 1456.

Профессиональными стандартами:

- «Специалист по большим данным» утвержденный Приказом Министерства труда РФ от 06.07.2020 № 405н

- «Руководитель в области информационных технологий», утвержденный Приказом Министерства труда РФ от 18.11.2014 г. №893н.

- «Специалист по интеграции прикладных решений» утвержденный Приказом Министерства труда РФ от 05.09.2017 № 658н.

Федеральным законом от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации».

Приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 01.07.2013 № 499 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным профессиональным программам».

Характеристика квалификации:

Квалификация «Специалист по искусственному интеллекту и машинному обучению» дает ее обладателю право выполнять следующие трудовые функции:

- Подготовка данных для анализа в соответствии с решаемой прикладной задачей, ТФ А/02.5).

- Интеллектуальная обработка данных («Старший Data-аналитик», ТФ В).

- Классификация данных, ТФ В/01.6.

- Прогнозирование на основе особенностей данных, ТФ В/03.6.

- Анализ отклонений в анализируемых данных, ТФ В/04.6.

- Разработка моделей машинного обучения для решений с использованием компьютерного зрения, ТФ С.

- Разработка моделей машинного обучения для решений с использованием обработки естественного языка, ТФ D.

- Разработка моделей машинного обучения для решений с использованием распознавания аудиосигналов и синтеза речи, ТФ E.

Характеристика нового вида профессиональной деятельности

Область профессиональной деятельности:

- 40.011 Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам

Объекты профессиональной деятельности:

- информационно-аналитические системы,
- оказание интеллектуальных услуг, чат-боты,
- робототехника,
- роботизированная автоматизация бизнес-процессов (RPA)

Виды и задачи профессиональной деятельности:

- научно-исследовательская деятельность,
- разработка программного обеспечения

Уровень квалификации: 5-6 уровень в соответствии с Приказом Минтруда России от 12.04.2013 №148н «Об утверждении уровней квалификации в целях разработки проектов профессиональных стандартов»

Планируемые результаты обучения:

Слушатель, успешно завершивший обучение по данной программе, должен обладать следующими профессиональными компетенциями:

- Применяет принципы и основы алгоритмизации, самостоятельно разрабатывает алгоритмы любой сложности, использует доступный опыт других разработчиков (интернет, литература) (ОК 1)
- Анализирует большие данные в проектах под контролем опытных специалистов (ПК 1)
- Участвует в проектах применения искусственного интеллекта и машинного обучения под контролем опытных специалистов (ПК 2)
- Самостоятельно применяет математическую логику и методы оптимизации для решения задач по оценке и разработки модели (ПК 3)
- Самостоятельно подбирает программные и технические средства для визуализации больших данных и использует их в работе, эпизодически прибегая к экспертной консультации (ПК 4)
- Идентифицирует принадлежность проблемной области к классу решаемых задач с помощью ИИ (ПК 5)

**Цель реализации программы:** способствовать формированию у слушателей знаний, умений и навыков научно-исследовательской деятельности в области фотоники.

**Задачи:**

– ознакомление с теорией планирования эксперимента в фотонике, систематизация и углубление знания по теории вероятности и математической статистики, необходимые для обработки, анализа и представления данных эксперимента;

– формирование навыков в области планирования и проведения экспериментальных исследований, статистической обработки полученных результатов.

**Планируемые результаты обучения:** совершенствование профессиональных компетенций слушателей курсов повышения квалификации «Методы планирования и обработка результатов научно-технического эксперимента в области фотонных технологий» в повышении эффективности и производительности своей профессиональной деятельности на основе знаний в области статистической обработки и анализа результатов эксперимента, навыков по планированию и проведению исследований.

***Профессиональные компетенции слушателей курсов:***

ПК 1. Обеспечивать организацию производственной деятельности в области разработки и производства приборов и компонентов фотоники.

ПК 2. Осуществлять научную деятельность в области естественных и технических наук.

***Слушатели должны уметь:*** планировать экспериментальную исследовательскую работу, обработку и анализ результатов экспериментов в области фотонных технологий.

***Слушатели должны знать:*** виды эксперимента, этапы планирования и проведения эксперимента, методы первичной статистической обработки результатов эксперимента, способы представления данных, методы аппроксимации экспериментальных данных, виды и способы учета погрешностей, принципы и цели проведения дисперсионного, корреляционного и регрессионного анализа экспериментальных результатов

**Образовательные технологии, используемые при реализации курса.**

В процессе реализации образовательной программы используются информационно-коммуникационные технологии, современные активные и интерактивные технологии обучения.

**Категория слушателей:** лица, имеющие высшее образование и(или) среднее профессиональное образование, а также лица, получающие высшее образование; специалисты, работающие в области разработки и производства приборов и компонентов фотоники, научные сотрудники, ведущие экспериментальную исследовательскую работу в области фотонных технологий и имеющие потребность в повышении квалификации в данной области.

**Трудоёмкость обучения:** 72 часа.

**Форма обучения:** с применением дистанционных образовательных технологий, 2-6 часов в день.

**Выдаваемый документ:** Лица, успешно освоившие составляющую образовательной программы и успешно прошедшие итоговую аттестацию, получают удостоверение о повышении квалификации установленного образца АНО «Профи-центр».

## 2. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

### 2.1. Учебный план программы повышения квалификации

№ п/п	Наименование разделов (модулей)	Всего, час.	В том числе, час.		Форма контроля
			Лекционные занятия	Самостоятельная работа	
<b>1.</b>	<b>Планирование и постановка научно-технического эксперимента</b>	<b>16</b>	<b>12</b>	<b>4</b>	<b>Тест</b>
1.1	Основные понятия и определения: эксперимент, формулирование целей эксперимента, планирование эксперимента	2	2		Входное тестирование
1.2	Выявление существенных факторов. Оценка значений технических параметров Основные методы планирования, применяемые на разных этапах исследования	2	2		
1.3	Разработка методики, рабочего плана и программы проведения научных исследований. Планы полного факторного эксперимента 2 <sup>n</sup> , особенности плана.	2	2		
1.4	Планы дробного факторного эксперимента (ДФЭ), пример построения плана ДФЭ.	2	2		
1.5	Основы математического моделирования исследуемых процессов. Компьютерное моделирование исследуемого процесса. Постановка проверочного эксперимента, замеры контролируемых параметров	2	2		
1.6	Разработка методики, рабочего плана и программы проведения научных исследований в области прикладной оптики и фотоники	6	2	4	Индивидуальное задание

<b>2.</b>	<b>Классификация данных и формы их представления</b>	<b>10</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>Тест</b>
2.1	Аналоговые и цифровые данные, метаданные, структура данных, модель данных, формат данных, типы данных. Представление данных в виде последовательности чисел.	4	2	2	Промеж уточное тестиро вание
2.2	Представление данных в матричной форме. Элементы матричной алгебры	2	2		
2.3	Графическое представление данных	4	2	2	
<b>3.</b>	<b>Статистические методы предварительной обработки результатов</b>	<b>16</b>	<b>12</b>	<b>4</b>	<b>Тест</b>
3.1	Независимые и зависимые случайные величины. Вариационный ряд. Числовые характеристики интервального вариационного ряда. Законы распределения дискретных и непрерывных величин. Предельные переходы. Параметры распределения. Нормальное распределение	8	6	2	Промеж уточное тестиро вание
3.2	Обработка результатов многократных измерений постоянных величин. Многомерные случайные величины. Средние величины. Моменты случайных величин. Предварительная обработка данных. Точечные оценки параметров распределения. Метод моментов. Метод максимального правдоподобия. Интервальные оценки и методы их определения	8	6	2	
<b>4.</b>	<b>Анализ результатов эксперимента. Исследование взаимосвязи физических величин</b>	<b>20</b>	<b>14</b>	<b>6</b>	<b>Тест</b>
4.1	Задачи интерполяции, аппроксимации и экстраполяции данных.	2	2		Промеж уточное тестиро вание
4.2	Классический дисперсионный анализ нормально распределенных случайных величин	6	4	2	
4.3	Характеристика видов связи между рядами наблюдений. Функциональные и стохастические зависимости. Корреляционный анализ. Линейная корреляция. Расчет коэффициента корреляции. Оценка корреляционного отношения. Частная и множественная корреляция	8	6	2	
4.4	Линейная регрессия от одного фактора. Регрессионный анализ.	4	2	2	

	Линейная множественная регрессия. Нелинейная регрессия				
<b>5.</b>	<b>Обработка результатов динамических измерений</b>	<b>8</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>Тест</b>
5.1	Задачи обработки. Классификация и характеристика сигналов	2	2		Промеж уточное тестиро вание
5.2	Передаточные характеристики измерительной системы	2	2		
5.3	Динамические погрешности измерений	4	2	2	
<b>Итоговая аттестация</b>		<b>2</b>			<b>Зачет</b>
<b>Итого</b>		<b>72</b>	<b>50</b>	<b>20</b>	

## 2.2. Пояснительная записка

Основная задача программы – систематизация знаний и формирование умений у слушателей в таких важных областях научно-исследовательской и опытно-конструкторской деятельности, как планирование научно-технического эксперимента и обработка результатов измерений.

Программа содержит модули, направленные на изучение этапов планирования и проведения эксперимента, методов представления данных, расчета погрешностей, статистического анализа и интерпретации полученных экспериментальных результатов.

Программа прежде всего представляет интерес для организаций и специалистов, занимающихся научными разработками и ведением опытно-конструкторской деятельности в области фотоники, но может быть полезна для специалистов и научных сотрудников в сфере любых наукоемких отраслей.

Навыки, полученные в ходе обучения, позволят правильно организовывать научно-исследовательскую и опытно-конструкторскую деятельность в области фотоники, в том числе, планирование научно-технического эксперимента, статистический анализ, интерпретация и оформление экспериментальных данных.

### Содержание учебного плана

#### Раздел 1. Планирование и постановка научно-технического эксперимента -16 ч.

**Цель раздела:** сформировать у слушателей основные понятия и определения эксперимента, его целей, планирования, познакомить с оценкой значений технических параметров.

## Содержание раздела.

Основные понятия и определения: эксперимент, формулирование целей эксперимента, планирование эксперимента. Выявление существенных факторов. Оценка значений технических параметров. Основные методы планирования, применяемые на разных этапах исследования. Планы полного факторного эксперимента  $2^n$ , особенности плана. Планы дробного факторного эксперимента (ДФЭ), пример построения плана ДФЭ. Основы математического моделирования исследуемых процессов. Компьютерное моделирование исследуемого процесса. Постановка проверочного эксперимента, замеры контролируемых параметров. Разработка методики, рабочего плана и программы проведения научных исследований в области прикладной оптики и фотоники.

### Раздел 2. Классификация данных и формы их представления -10 ч.

**Цель раздела:** познакомить слушателей с аналоговыми и цифровыми данными, метаданными, структурами данных, моделями данных, форматами и типами данных. Сформировать у слушателей представление данных в виде последовательности чисел, в матричной форме, а также сформировать графическое представление данных.

## Содержание раздела.

Аналоговые и цифровые данные, метаданные, структура данных, модель данных, формат данных, типы данных. Представление данных в виде последовательности чисел. Представление данных в матричной форме. Элементы матричной алгебры. Графическое представление данных.

### Раздел 3. Классификация данных и формы их представления -10 ч.

**Цель раздела:** познакомить слушателей с независимыми и зависимыми случайными величинами, вариационным рядом, законами распределения дискретных и непрерывных величин, а также сформировать представление о применении статистических методов в оптике.

## Содержание раздела.

Независимые и зависимые случайные величины. Вариационный ряд. Числовые характеристики интервального вариационного ряда. Законы распределения дискретных и непрерывных величин. Предельные



переходы. Параметры распределения. Нормальное распределение. Обработка результатов многократных измерений постоянных величин. Многомерные случайные величины. Средние величины. Моменты случайных величин. Предварительная обработка данных. Применение статистических методов в оптике.

#### **Раздел 4. Анализ результатов эксперимента. Исследование взаимосвязи физических величин -20 ч.**

**Цель раздела:** формирование у слушателей представления о характеристиках видов связи, интерполяции, аппроксимации и экстраполяции данных, корреляционном анализе и линейной корреляции.

##### **Содержание раздела.**

Характеристика видов связи между рядами наблюдений. Функциональные и стохастические зависимости. Задачи интерполяции, аппроксимации и экстраполяции данных. Точечные оценки параметров распределения. Метод моментов. Метод максимального правдоподобия. Интервальные оценки и методы их определения.

Корреляционный анализ. Линейная корреляция. Расчет коэффициента корреляции. Определение коэффициентов уравнения регрессии. Метод интерполирования экспериментальных данных. Метод наименьших квадратов. Линейная регрессия от одного фактора. Регрессионный анализ. Линейная множественная регрессия. Нелинейная регрессия.

#### **Раздел 5. Обработка результатов динамических измерений - 8 ч.**

**Цель раздела:** изучение вопросов обработки реализаций детерминированных результатов, реализаций случайных процессов, а также коррекции результатов динамических измерений, динамических характеристик средств измерений.

##### **Содержание раздела.**

Задачи обработки. Обработка реализаций детерминированных результатов. Обработка реализаций случайных процессов. Коррекция результатов динамических измерений. Оценка динамических характеристик средств измерений.

Календарный учебный график

№ п/п	Месяц	Число	Время проведения занятия	Форма занятия	Кол-во часов	Тема занятия	Место проведения	Форма контроля
1.			09:00 – 20:59	онлайн	16	Планирование и постановка научно-технического эксперимента	Система дистанционного обучения	тест
2.			09:00 – 20:59	онлайн	10	Классификация данных и формы их представления	Система дистанционного обучения	тест
3.			09:00 – 20:59	онлайн	16	Статистические методы предварительной обработки результатов	Система дистанционного обучения	тест
4.			09:00 – 20:59	онлайн	20	Анализ результатов эксперимента. Исследование взаимосвязи физических величин	Система дистанционного обучения	тест
5.			09:00 – 20:59	онлайн	8	Обработка результатов динамических измерений	Система дистанционного обучения	тест
6.			14:00	онлайн	2	Итоговая аттестация	Система дистанционного обучения	тест

График и режим работы: 09:00 – 20:59

Продолжительность учебного занятия: 45 мин.

в очной форме обучения – 00 мин.

в дистанционной форме – 3 375 мин.

### 3. ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММ

#### 3.1 Материально-технические условия реализации программ

Вид ресурса	Характеристика ресурса и количество
Кабинет учебный	Мультимедийное оборудование, столы, стулья (по количеству слушателей), флешчарт, канцелярские принадлежности, компьютеры (или ноутбуки) с установленным на нем необходимым программным обеспечением, мультимедийный проектор, экран, доска, доступ к сети Интернет
Компьютерный класс	Компьютерный класс, соответствующий всем нормам и требованиям, предъявляемым к таким помещениям, вместимостью соответствующей количеству слушателей для данного вида занятий

#### 3.2 Учебно-методическое обоснование программы

Вид ресурса	Характеристика ресурса и количество
Литература	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Гнеденко Б.В. Курс теории вероятности. – М. Наука, 2019. – 448 с.</li><li>2. Идье В., Драйард Д., Джеймс Ф., Рус М., Садуле Б. Статистические методы в экспериментальной физике. М.: Атомиздат, 2021. – 336 с.</li><li>3. Щурин К.В. Методика и практика планирования и организации эксперимента: практикум / К. В. Щурин, Д. А. Косых; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ОГУ, 2022 – 185 с.</li><li>4. Кибзун А.И., Горяинова Е.Р., Наумов А.В., Сиротин А.Н. Теория вероятностей и математическая статистика. Базовый курс с примерами и задачами. М. Физматлит, 2018. 224 с.</li><li>5. Кубланов М.С. Планирование экспериментов и обработка результатов измерений: Пособие по изучению дисциплины, выполнению лабораторных работ и домашних заданий для студентов III курса специальности 160901 и направления 160900 дневного обучения. – М.: МГТУ ГА, 2021. – 32 с.</li></ol>

Вид ресурса	Характеристика ресурса и количество
	<p>6. Чубинский А.Н. Методы и средства научных исследований. Методы планирования и обработки результатов экспериментов: учебное пособие для студентов, обучающихся по направлениям 35.03.02 и 35.04.02 «Технология лесозаготовительных и деревоперерабатывающих производств», профиль «Технология деревообработки» / А.Н. Чубинский, Д.С. Русаков, И.М. Батырева, Г.С. Варанкина – СПб.: СПбГЛТУ, 2018.– 109 с.</p> <p>7. Бегунов А.А., Иванов В.Л., Травина Е.А., Выбор средств и методик измерений. – СПб: Университет ИТМО, 2019. – 25 с.</p> <p>8. Жигунов В.В. и др. Методы обработки экспериментальных данных: учебное пособие. – Тула: Изд-во ТулГУ. – 2017, 78 с.</p> <p>9. Грачева И.Н., Филиппова Е.А., Фишман А.И. Геометрическая оптика. Центрированные оптические системы – Казань: Казан. ун-т, 2017. – 31 с.</p>

### 3.3 Кадровые ресурсы

Вид ресурса	Характеристика ресурса и количество
преподаватель	<p>Преподаватель, 1 человек, имеющий:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Высшее образование - специалитет или магистратура, направленность (профиль) которого соответствует преподаваемому учебному модулю Образовательной программы;</li> <li>- Дополнительное профессиональное образование на базе высшего образования, направленность (профиль) которого соответствует преподаваемому учебному модулю;</li> <li>- опыт работы в области профессиональной деятельности, осваиваемой слушателями или соответствующей преподаваемому учебному модулю.</li> </ul>

## 4. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ (формы промежуточной и/или итоговой аттестации)

Формой итоговой аттестации является тестирование слушателей в режиме онлайн.

Наименование разделов (модулей, тем)	Вид оценочной процедуры	Шкала оценки (баллы, «зачтено» / «не зачтено»)
<b>ИТОГОВАЯ АТТЕСТАЦИЯ</b>	тест	«зачтено / не зачтено»

### **Тестовые задания к входному тестированию**

Цель входного контроля состоит в том, чтобы определить уровень знаний слушателей по темам программы. Входной контроль представляет собой очное собеседование с группой слушателей по типовым вопросам (перечень ниже). По итогам собеседования глубина изучаемого материала может быть скорректирована в зависимости от уровня подготовки слушателей.

Вопросы для проведения входного собеседования:

1. Цели и задачи научно-технического эксперимента.
2. Виды и способы представления данных.
3. Виды диаграмм.
4. Виды погрешностей, сходства и различия, источники погрешностей при проведении эксперимента.
5. Виды распределений, параметры нормального распределения.
6. Номинальное значение величины и допустимое отклонение.

Примеры.

7. Примеры внешних воздействующих факторов для приборов и компонентов.

8. Понятия средняя величина, среднеквадратичное отклонение, абсолютная и относительная погрешность, доверительный интервал, надежность.

#### **Эталон ответов к заданиям итогового теста**

*(каждый правильный ответ в вопросе с возможностью выбора оценивается в 1 балл, за каждый правильный вопрос, требующий решения уравнения – 5 баллов)*

#### **Вопросы к тесту (\* - правильные ответы)**

1. Отметьте методы научного познания, НЕ относящиеся к теоретическим методам

- \*анализ
- \*синтез
- индукция
- дедукция
- \*наблюдение

Максимальный балл – 3.

2. Классическая теория электропроводности металлов описывает движение свободных электронов при токе в металлах как движение частиц газа. Такая модель выполняла в наибольшей степени модельную функцию...

- аппроксимационную
- заместительно-эвристическую
- экстраполяционно-прогностическую
- \*трансляционную
- иллюстративную

Максимальный балл – 1.

3. Классическая теория электромагнетизма, предсказывая возможность существования электромагнитных волн, выполняла в наибольшей степени модельную функцию...

- аппроксимационную
- заместительно-эвристическую
- \*экстраполяционно-прогностическую
- трансляционную
- иллюстративную

Максимальный балл – 1.

4. При построении классической теории электромагнетизма открытие Фарадеем явления электромагнитной индукции сыграло роль этапа познания...

- получение исходных данных опыта
- моделирование причинно-следственных связей
- \*введение новых эмпирических понятий и законов
- введение теоретических понятий и гипотез
- построение теории
- получение следствий из теории и предсказание новых эффектов

Максимальный балл – 1.

5. При построении классической теории электромагнетизма идея Максвелла о вихревом электрическом поле относится к этапу

- получение исходных данных опыта
- моделирование причинно-следственных связей
- введение новых эмпирических понятий и законов
- \*введение теоретических понятий и гипотез
- построение теории
- получение следствий из теории и предсказание новых эффектов

Максимальный балл – 1.

6. При построении классической теории электромагнетизма ток смещения изучался на этапе...

- получение исходных данных опыта
- моделирование причинно-следственных связей
- введение новых эмпирических понятий и законов
- \*введение теоретических понятий и гипотез
- построение теории
- получение следствий из теории и предсказание новых эффектов

Максимальный балл – 1.

7. При построении классической теории электромагнетизма открытие электромагнитных волн относится к этапу...

- получение исходных данных опыта
- моделирование причинно-следственных связей
- введение новых эмпирических понятий и законов
- введение теоретических понятий и гипотез
- построение теории
  - получение следствий из теории и предсказание новых эффектов

Максимальный балл – 1.

8. Решите методом анализа размерностей задачу:

Металлический диск радиусом  $R$  вращается вокруг оси, перпендикулярной его плоскости, с угловой скоростью  $\omega$ . Какая разность потенциалов возникнет между центром и краем диска?

Найдите  $U = f(\omega, R, m, e)$ , где  $m$  и  $e$  – масса и заряд электрона.

Ответ запишите в виде значений показателей степени величин  $\omega, R, m, e$  без пробелов.

Максимальный балл – 5.

9. Решите методом анализа размерностей задачу:

По медному проводнику сечением  $S$  течет ток  $I$ . Определите, какая сила действует на отдельные электроны со стороны электрического поля.

Найдите  $F = f(S, I, \rho, e)$ , где  $\rho$  – удельное сопротивление проводника, а  $e$  – заряд электрона.

Ответ запишите в виде значений показателей степени величин  $S, I, \rho, e$  без пробелов.

Максимальный балл – 5.

10. Какие из причин приближенности численного решения являются неустранимыми:

- \*приближенность входных данных
- погрешность дискретизации
- ошибки округления
- человеческий фактор

Максимальный балл – 1.

11. Требования к алгоритму НЕ содержат критерии

- точность
- реализуемость
- экономичность
- \*единственность решения
- устойчивость

Максимальный балл – 1.

12. Алгоритм называют условно устойчивым, если ошибки вычислений

- не нарастают
- \*нарастают по степенному закону
- нарастают экспоненциально

Максимальный балл – 1.

Оценка «зачтено» - 11 баллов и более, оценка «не зачтено» 10 и менее баллов.



## 5. СОСТАВИТЕЛИ ПРОГРАММЫ

Фамилия И.О., должность по штатному расписанию	Какое образовательное учреждение профессионального образования окончил, специальность по диплому	Стаж научно- педагогической работы	Основное место работы, должность
В.А. Максименко, кандидат физико- математических наук, Старший научный сотрудник (договор гпх №2022-11 от 07.11.2022 г.)	Хабаровский государственный педагогический институт, учитель физики и математики	Стаж общий: 22 года, 11 месяцев, научно- педагогическ ий стаж: 1 год 2 месяца	Основное место работы: Пермский национальный исследовательски й политехнический университет, доцент кафедры общей физики факультета прикладной математики и механики, кандидат физико- математических наук