ISSN 2658 – 7505
Выпуск №3, 2020
Электронный научный журнал «Вестник молодёжной науки России»

УДК 621.396

# ПРОГРАММА ВОССТАНОВЛЕНИЯ РАЗМЫТЫХ И РАСФОКУСИРОВАННЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

***Костенко А.Ю., Ковалев И.С.***
Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова, г. Новочеркасск

Восстановление искаженных изображений является одной из наиболее интересных и важных проблем в обработке изображений и актуальной задачей прикладной математики. Изображения различных объектов (людей, технических деталей, самолетов, астрономических объектов, бактерий и т.д.), полученные с помощью устройств регистрации изображений – цифровых фотоаппаратов, телескопов, микроскопов, томографов и т.д., могут быть искажены (смазаны, дефокусированы). Эти искажения можно устранить не только технически (исключить сдвиг фотоаппарата, установить правильный фокус, выполнить измерения в условиях пониженного шума), но и путем математико - компьютерной обработки изображений. Такая обработка нужна, в том числе, когда искаженный снимок невозможно и сложно повторить в лучших условиях. К таким случаям относятся исторические снимки, снимки проведенных экспериментов, снимки разовых событий и инцидентов. Частными случаями являются размытие из-за неправильного фокуса и смазывания - эти дефекты очень сложны в исправлении. С остальными искажениями (зашумленность, неправильная экспозиция, дисторсия) можно эффективно бороться, соответствующие инструменты есть в большинстве фоторедакторов

**Ключевые слова:** информационные технологии, восстановление искаженных изображений, смаз, дефокусировка, зашумленность, неправильная экспозиция, дисторсия

# RECOVERY PROGRAM BLURRY AND DEFOCUSED IMAGES

***Kostenko A.Y., Kovalev I.S.***
Platov South-Russian State Polytechnic University (NPI), Novocherkassk

The restoration of distorted images is one of the most interesting and important problems in image processing and an urgent task of applied mathematics. Images of various objects (people, technical details, planes, astronomical objects, bacteria, etc.) obtained using image recording devices - digital cameras, telescopes, microscopes, tomographs, etc., can be distorted (blurred, defocused ). These distortions can be eliminated not only technically (eliminate the camera shift, set the correct focus, perform measurements in low noise conditions), but also by means of mathematical computer processing of images. Such processing is necessary, including when a distorted image is impossible and difficult to repeat under the best conditions. Such cases include historical photographs, photographs of conducted experiments, photographs of one-time events and incidents. Blurring due to improper focus and blurring are special cases - these defects are very difficult to fix. Other distortions (noisiness, incorrect exposure, distortion) can be effectively combated, most photo editors have the appropriate tools

**Keywords:** information technology, restoration of distorted images, blur, defocusing, noise, incorrect exposure, distortion

Конечной целью восстановления изображений [1-5] является повышение его качества в некотором заранее предопределенном смысле. При восстановлении делается попытка реконструировать или воссоздать изображение, которое было до этого искажено, используя априорную информацию о явлении, которое вызвало ухудшение изображения. Поэтому методы восстановления основаны на моделировании процессов искажении и применения обратных процедур для воссоздания исходного изображения.

Огромное число самых разных изображений формируется на основе различных физических принципов преобразования полей в сигналы изображения. Из-за несовершенства систем получения фотографических снимков, записанное

ISSN 2658 – 7505
Выпуск №3, 2020
Электронный научный журнал «Вестник молодёжной науки России»

нами изображение представляет собой искаженную (нечеткую) копию оригинала. Основными причинами искажений, приводящих к ухудшению четкости, являются ограниченная разрешающая способность формирующей системы, дефокусировка, наличие искажающей среды (например, атмосферы), движение камеры по отношению к регистрируемому объекту и т.п. Устранение или ослабление искажений с целью повышения резкости относится к задаче восстановления изображений.

Наиболее общая схема формирования изображения представлена на рисунке 1.

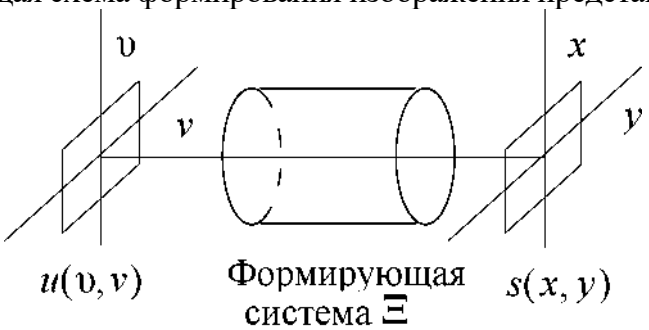


**Рис. 1 - Схема формирования изображения**

На рисунке 1 $u(\upsilon,v)$ – неизвестная функция распределения яркости предмета, описываемая функцией двух переменных (υ, *v*); $s(x, y)$ – наблюдаемое изображение, сформированное из $u(\upsilon,v)$ при помощи некоторого известного оператора искажений Ξ.

$$s(x,y)=\Xi u(\upsilon,v)$$

Вид оператора $\Xi$ определяется свойствами формирующей системы. Двумерную функцию $u(\upsilon,v)$ в дальнейшем будем называть исходным изображением. Задача восстановления заключается в нахождении изображения $u(\upsilon,v)$ являющегося оценкой исходного изображения предмета $u(\upsilon,v)$ по наблюдаемому изображению $s(x,y)$, т.е. в устранении искажений, вносимых оператором Ξ.

Рассмотрим один из способов построения итерационных процедур, основанный на разложении в ряд частотной характеристики инверсного фильтра [6]. Спектр оценки исходного изображения при инверсной фильтрации определяется соотношением

$$U(w_1,w_2)=\frac{S(w_1,w_2)}{H(w_1,w_2)} \tag{1}$$

Представим передаточную функцию инверсного фильтра $\frac{1}{H(w_1,w_2)}$ в виде геометрической прогрессии:

$$\frac{1}{H(w_1,w_2)}=\sum_{l=0}^{\infty}\left(1-H(w_1,w_2)\right)^l \tag{2}$$

Подставляя (2) в (1), получим

$$\begin{aligned}U(w_1,w_2)&=S(w_1,w_2)+\left(1-H(w_1,w_2)\right)S(w_1,w_2)+\\&+\left(1-H(w_1,w_2)\right)^2S(w_1,w_2)+\ldots\end{aligned} \tag{3}$$

ISSN 2658 – 7505
Выпуск №3, 2020
Электронный научный журнал «Вестник молодёжной науки России»

Соотношение (3) позволяет представить процедуру нахождения оценки $U(w_1, w_2)$ в виде последовательных приближений:

$$U^{(0)}(w_1, w_2) = S(w_1, w_2)$$
$$\ldots \quad (4)$$
$$U^{(n)}(w_1, w_2) = S(w_1, w_2) + (1 - H(w_1, w_2))U^{(n-1)}(w_1, w_2)$$

где каждое последующее приближение вычисляется по предыдущему. Взяв преобразование Фурье от соотношений (4), получим итерационную процедуру Ван Циттера [11]:

$$u^{(0)}(i_1, i_2) = s(i_1, i_2)$$
$$\ldots$$
$$u^{(n)}(i_1, i_2) = s(i_1, i_2) + (1 - h(i_1, i_2)) \otimes\otimes u^{(n-1)}(i_1, i_2) \quad (5)$$

которую можно интерпретировать как процедуру последовательного нахождения поправок $\sigma^{(n)} = (1 - h(i_1, i_2)) \otimes\otimes u^{(n-1)}(i_1, i_2)$ к искаженному изображению $s(i_1, i_2)$. Если в результате последовательных приближений на *n-м* шаге будет найдено точное решение: $u^{(n)}(i_1, i_2) = u(i_1, i_2)$, то на последующих шагах, как нетрудно убедиться, оценка изменяться не будет. В итерационном алгоритме (5) нахождение обратного оператора заменяется на многократное вычисление свертки.

На рисунках 2 – 6 приведены основные пункты разработанной программы восстановления размытых и расфокусированных изображений меню программы. На рисунке 2 показан общий интерфейс программы восстановления размытых и расфокусированных изображений.

Размер смаза, из меню параметров корректировки изображения, регулирует степень реализации метода деконволюции. Возможно изменение размера точки смаза от 10x10 до 100x100.

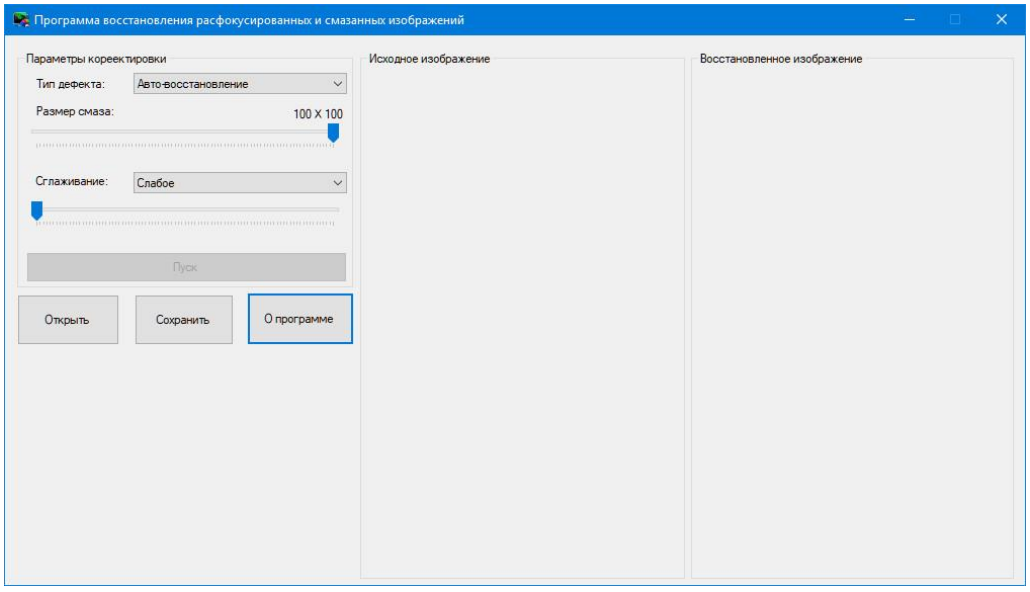


**Рис. 2 - Общий вид интерфейса программы восстановления размытых и расфокусированных изображений**

ISSN 2658 – 7505
Выпуск №3, 2020
Электронный научный журнал «Вестник молодёжной науки России»

На рисунке 3 отражен пункт из меню параметров корректировки изображения – тип дефекта. Он позволяет задать тип дефекта фотографии либо автоматически - «Авто-восстановление», либо вручную – «Смазывание» или «Расфокусировка». Зачастую автоматический подбор работает корректно, но в ряде случаев необходимо перезадать данный пункт меню.

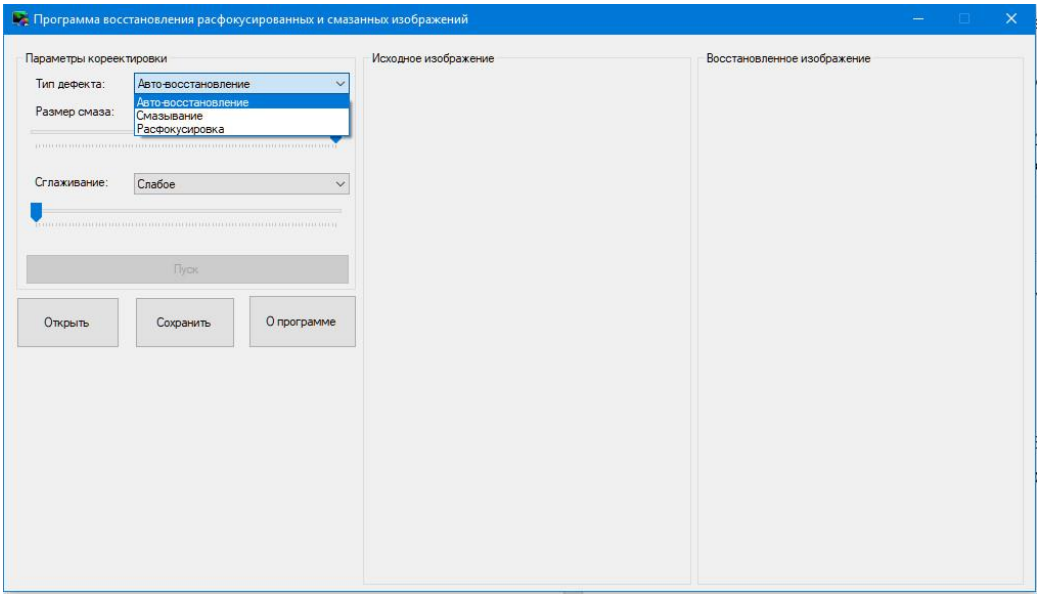


**Рис. 3 - Пункт «Тип дефекта» интерфейса программы восстановления размытых и расфокусированных изображений**

На рисунке 4 показан следующий пункт из меню параметров корректировки изображения – сглаживание. Он дает возможность корректировать фото уже после восстановления. Сглаживание можно выбрать либо автоматически - «Слабое», «Среднее», «Сильное», либо вручную – ползунком, расположенным ниже.

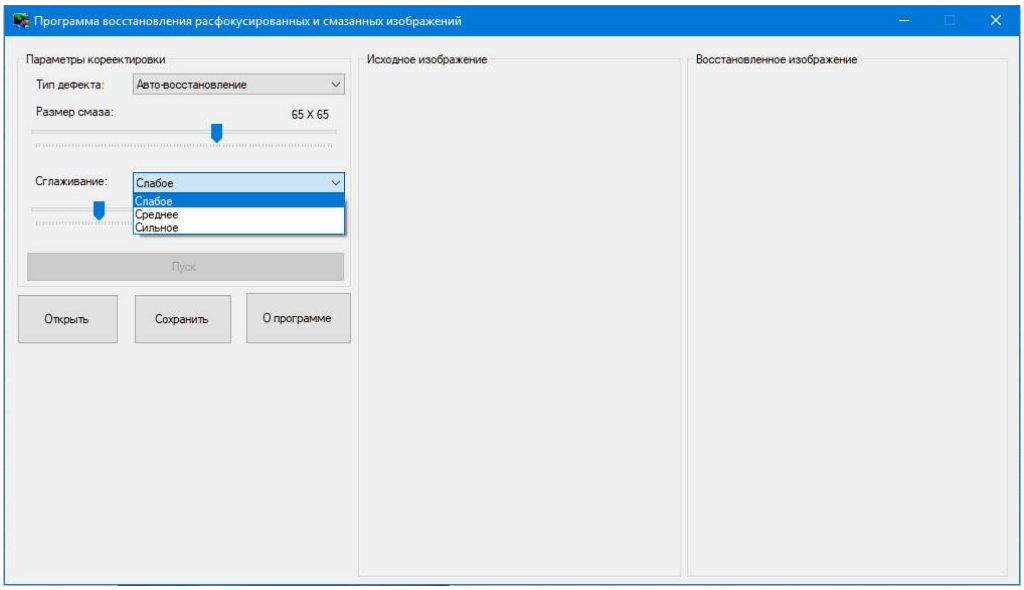


**Рис. 4 - Пункт «Сглаживание» интерфейса программы восстановления размытых и расфокусированных изображений**

ISSN 2658 – 7505
Выпуск №3, 2020
Электронный научный журнал «Вестник молодёжной науки России»

Нажав на кнопку «О программе» можно получить общую информацию о программе и ее разработчике (рисунок 5).

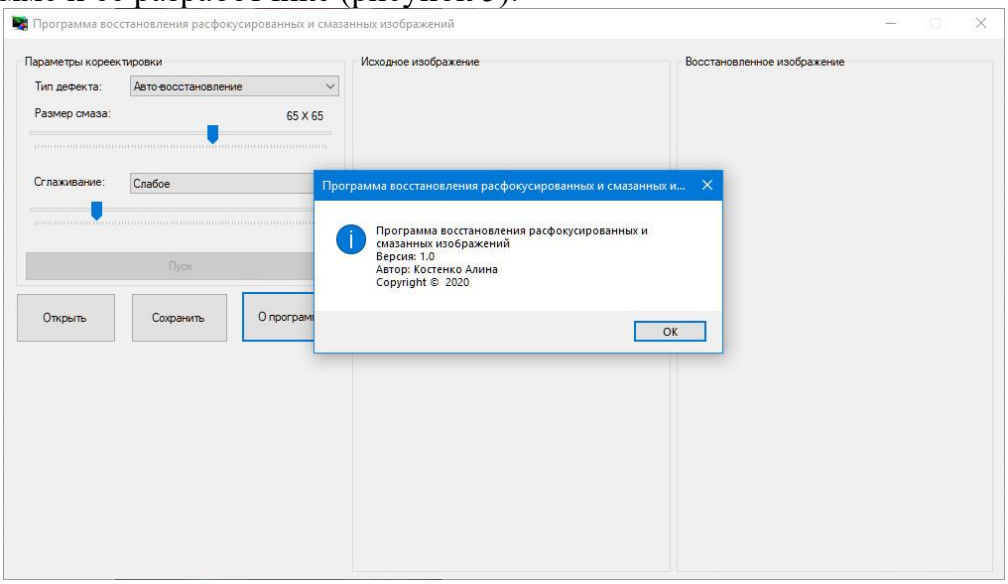


**Рис. 5 - Окно «О программе» интерфейса программы восстановления размытых и расфокусированных изображений**

Принцип работы с программой восстановления размытых и расфокусированных изображений следующий. Необходимо выбрать «Параметры корректировки», показанные на рисунках 2 – 4, нажать на кнопку «Открыть» и выбрать требуемое изображение в папке (рисунок 6). После этого, будет активна кнопка «Пуск», при нажатии на которую будет начато восстановление загруженного изображения.

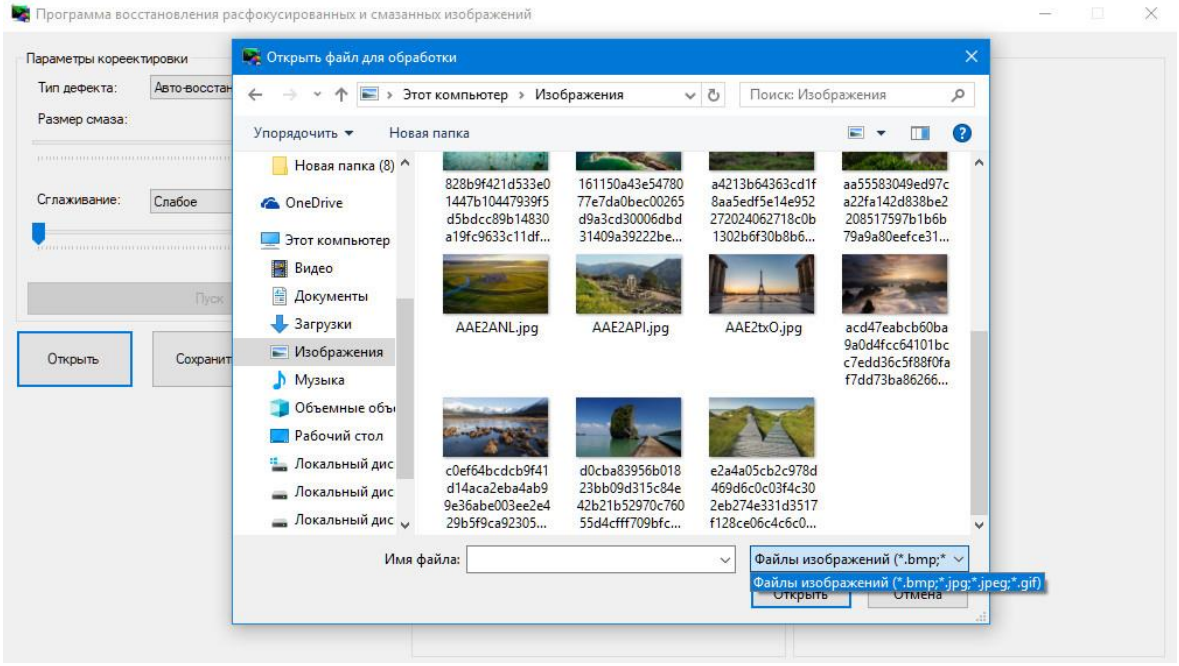


**Рис. 6 - Окно «Открыть файл для обработки» интерфейса программы восстановления размытых и расфокусированных изображений**

ISSN 2658 – 7505
Выпуск №3, 2020
Электронный научный журнал «Вестник молодёжной науки России»

На рисунках 7 – 10 показана работа программы на примере исходных изображений с различным типом дефектов, согласно заданию.

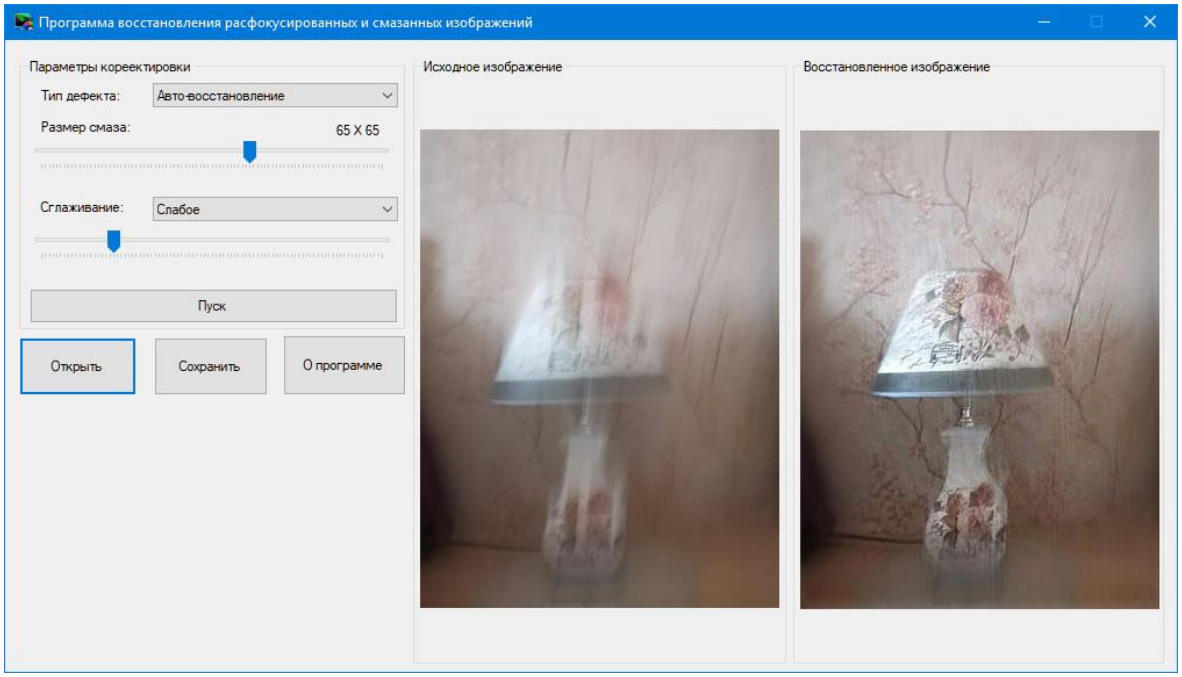


**Рис. 7 - Пример работы программы восстановления размытых и расфокусированных изображений с изображением «Лампа»**

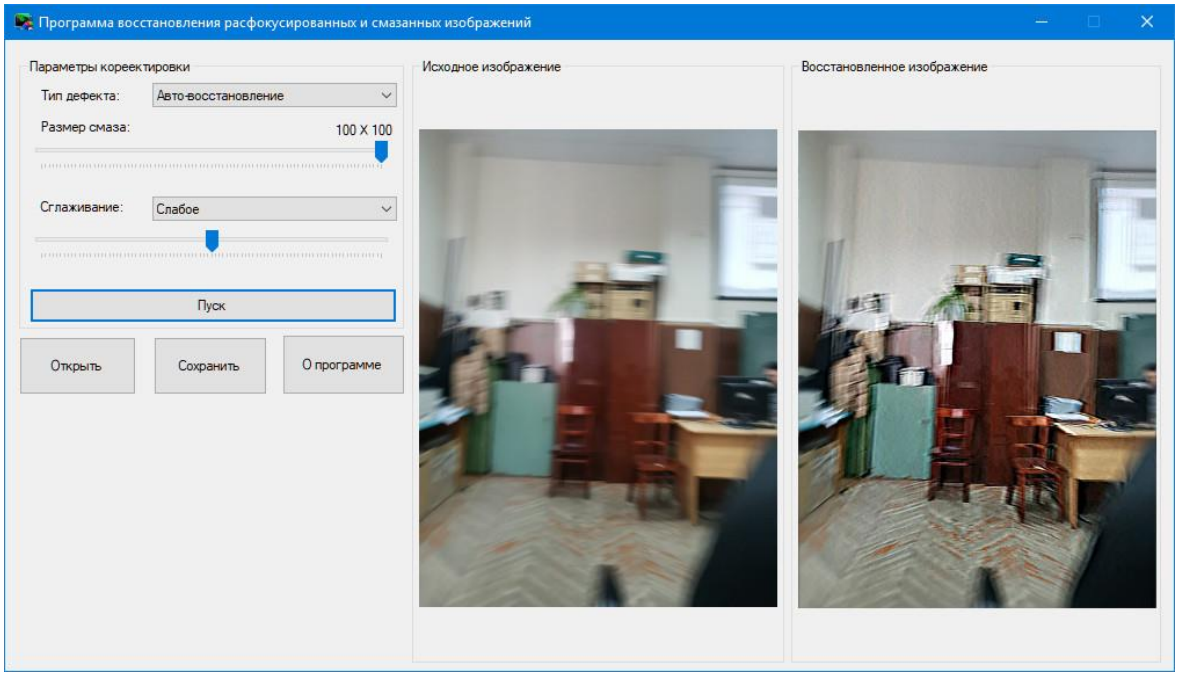


**Рис. 8 - Пример работы программы восстановления размытых и расфокусированных изображений с изображением «Кафедра 1»**

ISSN 2658 – 7505
Выпуск №3, 2020
Электронный научный журнал «Вестник молодёжной науки России»

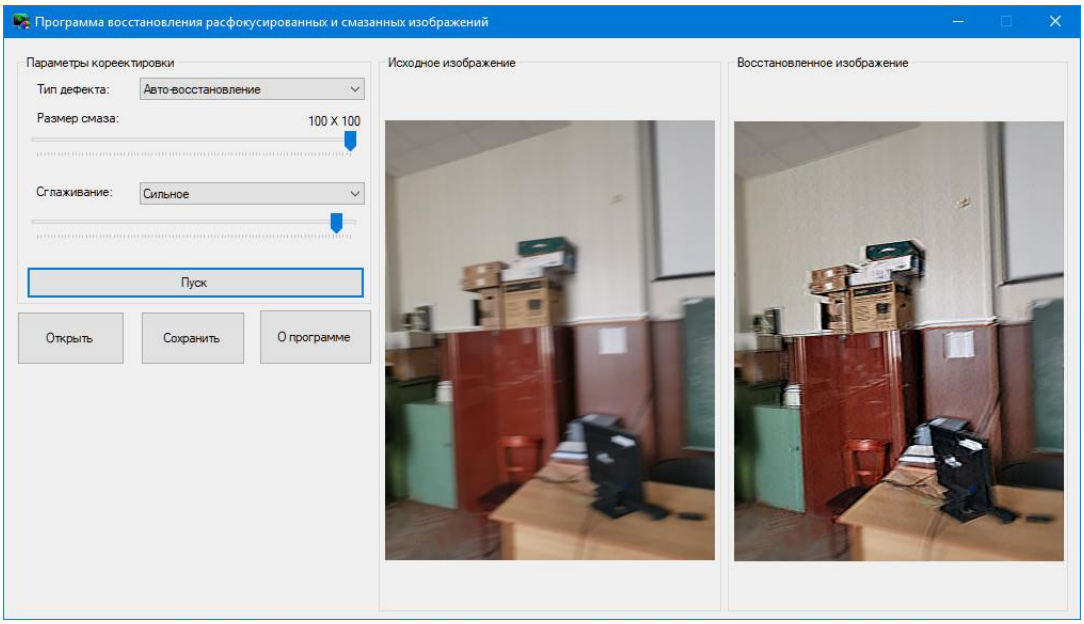


**Рис. 9 - Пример работы программы восстановления размытых и расфокусированных изображений с изображением «Кафедра 2»**

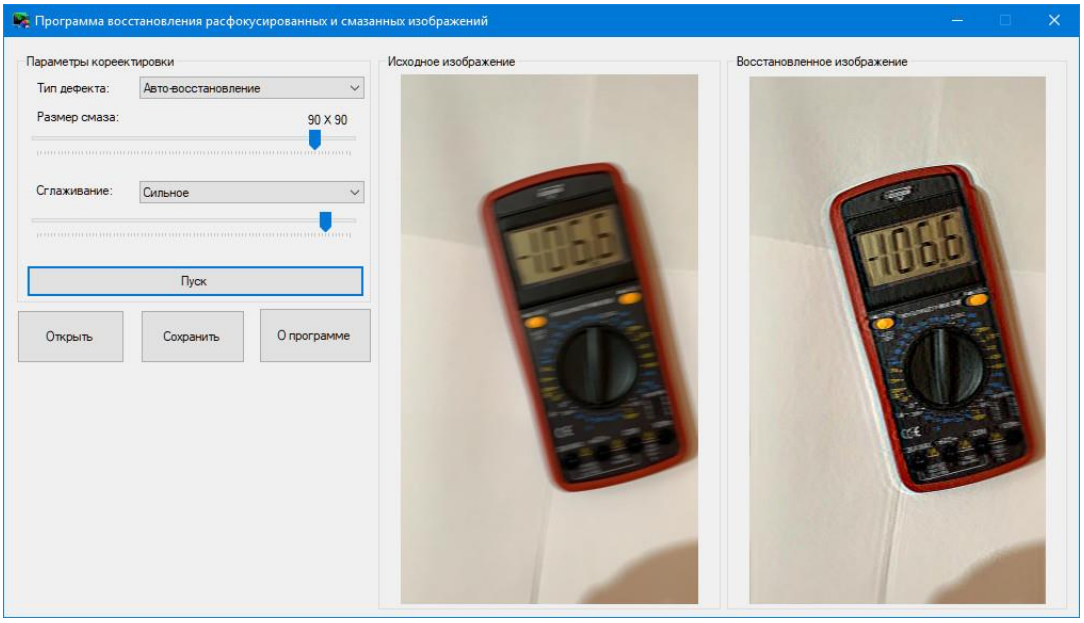


**Рис. 10 - Пример работы программы восстановления размытых и расфокусированных изображений с изображением «Мультиметр»**

*Работы выполнены с использованием оборудования ЦКП «Диагностика и энергоэффективное электрооборудование» ЮРГПУ(НПИ).*

**Список цитируемой литературы**

1. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений. – М.: Техно- сфера. 2006. 1072 с.
2. Сидоров Д.Н. Методы анализа интегральных динамических моделей: теория и приложения. – Иркутск: Изд-во ИГУ, 2013. 293 с.
3. Сизиков В.С. Математические методы обработки результатов измерений. Учебник для вузов. – СПб.: Политехника, 2001. 240 с.

4. Сизиков В.С., Кирьянов К.А., Экземпляров Р.А. Два быстрых алгоритма восстановления смазанных изображений // Изв. вузов. Приборостроение. 2013. Т. 56. № 10. С. 24–30.
5. Сизиков В.С., Римских М.В., Мирджамолов Р.К. Реконструкция смазанных и зашумленных изображений без использования граничных условий // Оптический журнал. 2009. Т. 76. № 5. С. 38–46.
6. Алатар А.И., Михайлов А.А. Фундаментальные основы средств алгебраического обеспечения систем восстановления динамического изображения // Электронный научный журнал «Вестник молодёжной науки России», №1, 2019. 4 с. – Режим доступа: https://07992ba4-dcc8-4e97-a627-2ff245129607.filesusr.com/ugd/96814c_24593760bbc24583ae36292daf1f8ebe.pdf (Дата обращения 15.06.2020).
7. Ибадов Р.Р., Ибадов С.Р., Катков Д.Н., Кожин Р.А. Восстановление изображений на основе построения составной кривой // Электронный научный журнал «Вестник молодёжной науки России», №3, 2019. 26 с. – Режим доступа: https://07992ba4-dcc8-4e97-a627-2ff245129607.filesusr.com/ugd/96814c_5aa8e6ca6aa7419a8e85e42ac639ae8c.pdf (Дата обращения 15.06.2020).

© Костенко А.Ю., Ковалев И.С., 2020