

XXX Студенческая международная  
заочная научно-практическая  
конференция

ТЕХНИЧЕСКИЕ И МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ.  
СТУДЕНЧЕСКИЙ НАУЧНЫЙ ФОРУМ  
№7(30)



# ТЕХНИЧЕСКИЕ И МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ. СТУДЕНЧЕСКИЙ НАУЧНЫЙ ФОРУМ

*Электронный сборник статей по материалам XXX студенческой  
международной научно-практической конференции*

№ 7 (30)  
Июль 2020 г.

Издается с февраля 2018 года

Москва  
2020

УДК 62+51  
ББК 30+22.1  
Т38

Председатель редколлегии:

*Лебедева Надежда Анатольевна* – доктор философии в области культурологии, профессор философии Международной кадровой академии, г. Киев, член Евразийской Академии Телевидения и Радио.

Редакционная коллегия:

*Волков Владимир Петрович* – кандидат медицинских наук, рецензент АНС «СибАК»;

*Елисеев Дмитрий Викторович* – кандидат технических наук, доцент, начальник методологического отдела ООО "Лаборатория институционального проектного инжиниринга";

*Захаров Роман Иванович* – кандидат медицинских наук, врач психотерапевт высшей категории, кафедра психотерапии и сексологии Российской медицинской академии последипломного образования (РМАПО) г. Москва;

*Зеленская Татьяна Евгеньевна* – кандидат физико-математических наук, доцент, кафедра высшей математики в Югорском государственном университете;

*Карпенко Татьяна Михайловна* – кандидат философских наук, рецензент АНС «СибАК»;

*Костылева Светлана Юрьевна* – кандидат экономических наук, кандидат филологических наук, доц. Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ (РАНХиГС), г. Москва;

*Попова Наталья Николаевна* – кандидат психологических наук, доцент кафедры коррекционной педагогики и психологии института детства НГПУ;

**Т38 Технические и математические науки. Студенческий научный форум.** Электронный сборник статей по материалам XXX студенческой международной научно-практической конференции. – Москва: Изд. «МЦНО». – 2019. – № 7 (30) / [Электронный ресурс] – Режим доступа. – URL: [https://nauchforum.ru/archive/SNF\\_tech/7%2930%29.pdf](https://nauchforum.ru/archive/SNF_tech/7%2930%29.pdf)

Электронный сборник статей XXX студенческой международной научно-практической конференции «Технические и математические науки. Студенческий научный форум» отражает результаты научных исследований, проведенных представителями различных школ и направлений современной науки.

Данное издание будет полезно магистрам, студентам, исследователям и всем интересующимся актуальным состоянием и тенденциями развития современной науки.

## **Оглавление**

<b>Секция 1. Технические науки</b>	<b>4</b>
МОДЕЛЬ ИДЕНТИФИКАЦИИ ДЕФЕКТОВ ОБЪЕКТНО-ОРИЕНТИРОВАННОГО ПРОГРАММНОГО КОДА	4
Павлов Анатолий Анатольевич	
Данилова Соелма Доржигушаевна	
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ КАЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ ТОНКОСТЕННЫХ АЛЮМИНИЕВЫХ ДЕТАЛЕЙ ПОСЛЕ ОБРАБОТКИ ТОЧЕНИЕМ ИНСТРУМЕНТОМ С ПОКРЫТИЕМ	9
Подгурски Павел Геннадиевич	
Фоменко Роман Николаевич	

## СЕКЦИЯ 1.

### ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

#### МОДЕЛЬ ИДЕНТИФИКАЦИИ ДЕФЕКТОВ ОБЪЕКТНО-ОРИЕНТИРОВАННОГО ПРОГРАММНОГО КОДА

*Павлов Анатолий Анатольевич*

*студент,  
Восточно-Сибирский государственный университет  
технологий и управления,  
РФ, г. Улан-Удэ*

*Данилова Соелма Доржигушаевна*

*научный руководитель, канд. техн. наук, доцент,  
Восточно-Сибирский государственный университет  
технологий и управления,  
РФ, г. Улан-Удэ*

По мере роста программных проектов кодовая база становится всё больше, и добавляемый функционал выходит за рамки решения изначально поставленных задач. На некотором этапе развития проекта может произойти неприемлемое запутывание кода. Это проявляется в том, что даже малые изменения требуют изменения множества других зависимостей. Такое количество цепных изменений повышает риск возникновения ошибок даже в тех местах, которые до этого были хорошо отлажены, и возникают противоречия. А если учесть, что такие изменения вносят множество людей, то становится понятно, что цена каких бы то ни было изменений становится слишком высокой, а код хрупким.

Типичными признаками проблемы являются следующие.

*Закрепощенность*: система с трудом поддается изменениям, поскольку любое минимальное изменение вызывает эффект "снежного кома", затрагивающего другие компоненты системы.

*Неустойчивость*: в результате осуществляемых изменений система разрушается в тех местах, которые не имеют прямого отношения к непосредственно изменяемому компоненту.

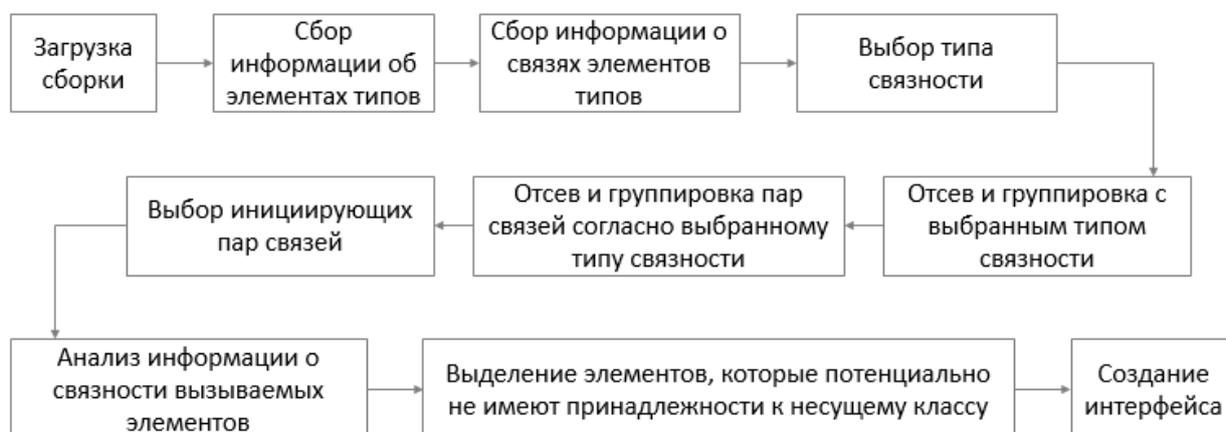
*Неподвижность*: достаточно трудно разделить систему на компоненты, которые могли бы повторно использоваться в других системах.

*Вязкость*: сделать что-то правильно намного сложнее, чем выполнить какие-либо некорректные действия.

*Неоправданная сложность*: проект включает инфраструктуру, применение которой не влечёт непосредственной выгоды.

Так как тематика выявления и устранения подобных дефектов является очень широкой в рамках одной работы, то целью будет выбрана фокусировка пользователя на контексте и выявление подобных дефектов в рамках этого контекста.

Обобщённая схема процесса идентификации дефектов объектно-ориентированного кода, которая показывает выполнение последовательности процессов, представлена на рисунке.



**Рисунок 1. Обобщенная схема процесса идентификации дефектов кода**

В первую очередь необходимо определиться с выбором объектов, взаимосвязи которых будут исследованы. Такими основными объектами, для выбранной платформы .NET и языка C#, в частности, являются члены классов, основные из них – это методы, поля и свойства, именно они непосредственно образуют цепочки вызовов, используются для хранения информации, и исследование этих членов является достаточным, чтобы описать типы связности и зацепления.

Так как в данной работе не ставится цель исправлять исходный код, а только находить наиболее неприемлемые связи, то для сбора информации о связях используется библиотека Mono.Cecil, позволяющая получать информацию из уже скомпилированных сборок.

Объектом исследования являются связи между членами классов, для получения достаточной информации загружаем только классы, непосредственно участвующих в работе, избегая сгенерированные компилятором вспомогательные классы. Так как на содержимое конечной сборки влияет компилятор, то для начала необходимо отсеять вспомогательные члены, сгенерированные им. В работе планируется использовать несколько форм представления взаимодействия связей, одна из форм – это расположение классов внутри пространств имён, к тому же необходимо отобразить вложенность пространств имён друг в друга, поэтому будут проанализированы названия пространств имён, и построено дерево, состоящее из вложенных друг в друга пространств имён, также содержащих классы.

Для отображения прогресса достижения цели удобней будет реализовывать не только сбор и анализ данных, но и параллельно пользовательский интерфейс. Одной из минимальных единиц отображения являются рамки членов классов, именно между этими рамками будут отображены связи. Элементы отображения классов являются основными в пользовательском интерфейсе, так как целью является именно отображение качества связей между классами. Связи между членами классов также являются первичным объектом для исследования, именно качество связей будет подвергаться последующему анализу. Минимально возможную связь между членами классов можно представить в виде отрезка, где начало отрезка – это метод или свойство, а конец отрезка – это иной член какого-либо класса, который вызывается или к которому имеет доступ элемент из начала отрезка, такое упрощение позволяет обрабатывать множество связей достаточно простыми в реализации алгоритмами фильтрации, сами же отрезки возможно объединять, что позволяет использовать их как части более сложных связей между объектами.

Для упрощения реализации отображения различных типов связностей и зацепления можно произвести разграничение этих типов на те, что зависят от динамической природы выполнения программного кода, и на те типы, где такая природа не важна. Например, чтобы найти временную связность, необходимо проводить анализ последовательности доступа к переменным, а чтобы отследить процедурную связность, такая информация не нужна.

Общий сбор информации представляет собой сбор информации о начале отрезка связи, который является методом или свойством, и о конце отрезка, к которому обращается начало, контекст не учитывается, учитывается только наличие упоминания. Для этого тело каждого метода (начала отрезка) обрабатывается на наличие инструкции, в которой операнд содержит упоминание члена какого-либо класса.

Чтобы была возможность анализировать контекст связей необходимо учитывать состояние объектов, как минимум, определять последовательность и качество действий над ними. Однако для реализации данного сбора существенным препятствием выступает динамическая природа выполнения программного кода, и получается, чтобы определить, например, последовательность доступа к объекту, необходимо выполнять программный код. Однако это является неприемлемым для статического анализа, поэтому необходимо создать обходной вариант учёта состояний объектов, меняемых инструкциями без фактического выполнения этих самых инструкций, и на этом этапе возникает ещё одна проблема – ветвление кода. Первым способом, что приходит на ум, является обход всех возможных вариантов ветвлений, даже вложенных друг друга, для этого необходимо реализовать класс, который, получая тело метода, преобразовывал бы его во множество более простых – прямых потоков инструкций, поддающихся последовательному анализу.

Проблема, которая возникает при реализации данного класса это вероятность попадания в циклические ветвления. Чтобы обойти эту проблему необходимо помечать уже пройденную последовательность инструкций, чтобы после ветвления она не повторялась, например, хэшировать последовательности

выполненных инструкций и передавать копию таких хэшей отросткам, создаваемым при распутывании ветвления.

Когда проблема с ветвлениями и циклами решена, можно приступить непосредственно к реализации класса, позволяющего создавать логи изменения состояния стека и состояний объектов. Такой подход позволяет пройтись по всему телу метода, не выполняя фактически сами инструкции. На этом этапе есть все необходимые инструменты для начала анализа и выделения типов связностей и зацепления.

Согласно описанию принципа единой ответственности – чем лучше связность (сила связей внутри класса) и меньше зацепление (сила связей между классами), тем лучше этот принцип выполняется. Тогда целью становится не отдельный поиск связности внутри класса, а поиск связей, которые подпадают под определение связности, но выходят за рамки класса, если такие типы связей имеют возможность быть перемещены внутрь одного класса, тем самым образуя классическую связность внутри класса. Именно они должны быть отображены в приоритете, так как перемещение этих связей внутрь класса одного приведёт к тому, что связность станет сильнее, а зацепление слабее.

Процедурная связность с точки зрения реализации является наиболее простой, всё, что требуется это отобразить, – дерево вызовов от инициирующего метода до завершающего.

В ходе исследований и разработки выяснилось, что не существует чёткого подхода, гарантирующего 100% выявления дефектов связей объектов и даже дающего возможность утверждать, что, то или иное решение подпадает под понятие дефекта, однако комбинируя подходы, можно улучшить как объективную, так и субъективную оценки качества программного обеспечения.

Исследованный подход с применением понятия связности к связям множества объектов даёт возможность определять те члены классов, которые в последующем можно перемещать из одного класса в другой для повышения классической связности внутри класса и уменьшения зацепления между классами, то есть для реализации выполнения принципа единой ответственности.

# ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ КАЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ ТОНКОСТЕННЫХ АЛЮМИНИЕВЫХ ДЕТАЛЕЙ ПОСЛЕ ОБРАБОТКИ ТОЧЕНИЕМ ИНСТРУМЕНТОМ С ПОКРЫТИЕМ

*Подгурски Павел Геннадиевич*

*студент,  
Рыбинский государственный авиационный  
технический университет имени П.А. Соловьева,  
РФ, г. Рыбинск*

*Фоменко Роман Николаевич*

*научный руководитель, канд. техн. наук, доцент,  
Рыбинский государственный авиационный  
технический университет имени П.А. Соловьева,  
РФ, г. Рыбинск*

В статье [1 и 2] рассмотрена проблема подбора технологических условий для обработки тонкостенных деталей из алюминиевых сплавов. Показано, что возникающие остаточные напряжения при получении заготовок и их дальнейшей механической обработке приводят к нежелательным и недопустимым изменениям размеров и формы деталей. Поэтому целесообразно использовать оптимальные режимы резания, на которых значение сил резания минимально, а значит и минимальны остаточные напряжения и деформации деталей. Получено уравнение обрабатываемости, позволяющее расчетным путем определять оптимальную скорость резания. Определены поправочные коэффициенты для учета в расчетах оптимальной скорости особенностей современных режущих инструментов с износостойкими покрытиями и сложной передней поверхностью инструмента.

В данной работе выполнено экспериментальное определение параметров качества поверхностного слоя деталей из алюминиевых сплавов после обработки точением на оптимальных режимах и заводских, взятых из действующей технологии производства.

На двух кольцевых заготовках (рисунок 1), обработанных на оптимальной (5,6 м/с) и базовой скорости резания (4,4 м/с) твердосплавным инструментом из сплава IC907 при прочих равных условиях (см. таблицу 1), проводили

измерение твердости и шероховатости обработанных поверхностей. Шероховатость поверхностей определяли на приборе TR-200 фирмы TIME GROUP Inc. Твердость поверхности определяли на микротвердомере DuraScan 10 фирмы ЕМКО-TEST при нагрузке на алмазный индентор в форме пирамиды Виккерса 25г. Результаты измерений представлены в таблицах 1 и 2.



**Рисунок 1. Обработываемая кольцевая заготовка**

**Таблица 1.**

**Результаты измерений шероховатости обработанной поверхности**

№ измерения	Результаты измерений шероховатости поверхности заготовки, обработанной на заводских режимах ( $v = 4,4$ м/с)		Результаты измерений шероховатости поверхности заготовки, обработанной на предлагаемых режимах ( $v_0 = 5,6$ м/с)	
	Шероховатость $Ra$ , мкм	Среднее значение шероховатости $Ra$ , мкм	Шероховатость $Ra$ , мкм	Среднее значение шероховатости $Ra$ , мкм
1	0,73	0,85	0,82	0,87
2	0,79		0,84	
3	0,73		1,16	
4	0,98		0,83	
5	1,00		0,69	

Как видно из полученных данных, шероховатость поверхности обработанных образцов практически одинакова, разница средних значений параметра шероховатости поверхности соответствует статистической погрешности метода измерения и прибора.

**Таблица 2.**

**Результаты измерений твердости обработанной поверхности**

№ измерения	Результаты измерений твердости поверхности заготовки, обработанной на заводских режимах ( $v = 4,4$ м/с)		Результаты измерений твердости поверхности заготовки, обработанной на предлагаемых режимах ( $v_0 = 5,6$ м/с)	
	Твердость, HV	Среднее значение твердости, HV	Твердость, HV	Среднее значение твердости, HV
1	101	107	122	125
2	112		114	
3	108		138	

Как видно из полученных результатов, микротвердость поверхности второго образца, обработанного на оптимальных режимах, выше примерно на 15%, что говорит о влиянии теплового фактора на повышение наклепа.

**Расчетное определение остаточных напряжений  
в поверхностном слое заготовки**

Определение тангенциальных остаточных напряжений по величине и глубине залегания выполнялось расчетным методом по программе для ПК, разработанной на кафедре ТАДиОМ РГАТУ имени П. А. Соловьева. Для расчетов использовались формулы, приведенные в работе [3].

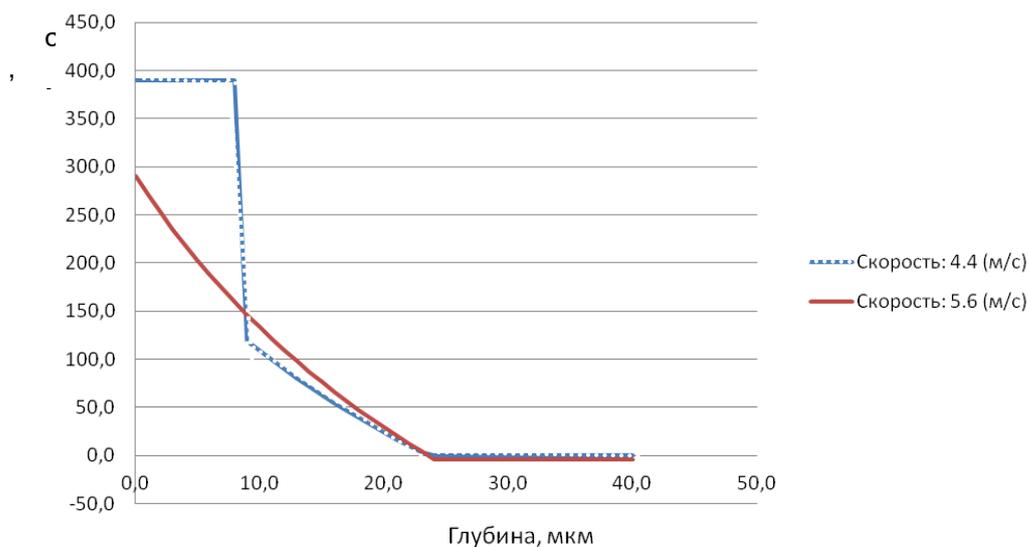
Исходные условия расчета и некоторые промежуточные результаты расчета:

Обрабатываемый материал – Д16Т, инструментальный материал – ВК8.

1) Заготовка, обработанная на заводских режимах: подача  $S = 0,1$  мм/об, скорость резания  $v = 4,4$  м/с, глубина резания  $t = 0,5$  мм, температура в зоне резания  $\theta = 403,1$  °С, сила резания  $P_z = 31,7$  Н.

2) Заготовка, обработанная на оптимальных режимах: подача  $S = 0,1$  мм/об, скорость резания  $v = 5,6$  м/с, глубина резания  $t = 0,5$  мм, температура в зоне резания  $\theta = 406,1$  °С, сила резания  $P_z = 30,4$  Н.

По результатам расчетов построим график распределения тангенциальных остаточных напряжений в поверхностном слое заготовки (рисунок 2).



**Рисунок 2. График остаточных напряжений**

Как видно из полученных результатов, обработка образца на оптимальных режимах способствует снижению уровня остаточных напряжений, что в целом будет способствовать снижению коробления детали после механической обработки. Полученное уравнение обрабатываемости позволит расчетным путем определять оптимальные режимы резания, при которых в детали будет формироваться минимальный уровень остаточных напряжений.

### **Выводы**

1. Обработка заготовки на оптимальных режимах резания практически не повлияла на шероховатость обработанной поверхности по сравнению с обработкой на исходной скорости резания, однако повлияла на микротвердость обработанной поверхности, которая повысилась на 15%, что говорит о влиянии температурного и силового фактора на наклеп.

2. Из полученного графика зависимости расчетных тангенциальных остаточных напряжений можно увидеть, что, обработка образца на предлагаемых оптимальных режимах способствует снижению уровня остаточных напряжений, что в целом будет способствовать снижению коробления детали.

## Список литературы:

1. Фоменко Р.Н., Гусева А.Д. Выбор технологических условий обработки тонкостенных деталей из алюминиевых сплавов для уменьшения их коробления [Электронный ресурс] /Р.Н. Фоменко, А.Д. Гусева // XXVIII студенческая международная научно-практическая конференция. – Москва: Изд. «МЦНО». – 2020. – № 5 (28), С. 20-24. [Режим доступа. – URL: [https://nauchforum.ru/archive/SNF\\_tech/5%2828%29.pdf](https://nauchforum.ru/archive/SNF_tech/5%2828%29.pdf)].
2. Фоменко Р.Н., Лебедев А.В. Экспериментальное определение уравнения для расчета оптимальных скоростей обработки точением тонкостенных алюминиевых деталей [Электронный ресурс] / Р.Н. Фоменко, А. В. Лебедев // XXIX студенческой международной научно-практической конференции. – Москва: Изд. «МЦНО». – 2020. – № 6 (29) С. 41-47. [Режим доступа. – URL: [https://nauchforum.ru/archive/SNF\\_tech/6%2829%29.pdf](https://nauchforum.ru/archive/SNF_tech/6%2829%29.pdf)]
3. Безъязычный В.Ф. Метод подобия в технологии машиностроения. – М.: Машиностроение, 2012. – 320.
4. Фоменко Р.Н., Тимофеев М.В. Оптимизация технологических условий обработки тонкостенных деталей из алюминиевых сплавов с целью снижения остаточных деформаций [Текст] /М.В. Тимофеев, Р.Н. Фоменко // Вестник БГТУ. – 2018, – № 4, С. 4-11.

*ДЛЯ ЗАМЕТОК*

**ТЕХНИЧЕСКИЕ  
И МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ.  
СТУДЕНЧЕСКИЙ НАУЧНЫЙ ФОРУМ**

*Электронный сборник статей по материалам XXX  
студенческой международной научно-практической конференции*

№ 7 (30)  
Июль 2020 г.

В авторской редакции

Издательство «МЦНО»  
123098, г. Москва, ул. Маршала Василевского, дом 5, корпус 1, к. 74  
E-mail: [mail@nauchforum.ru](mailto:mail@nauchforum.ru)

16+

