

## **ПОИСК И АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ В ОПТИЧЕСКОМ ПРИБОРОСТРОЕНИИ**

***Олег Александрович Квитовский***

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, обучающийся, тел. (999)464-57-81, e-mail: olgert123@yandex.ru

***Константин Сергеевич Никитин***

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, обучающийся, тел. (903)935-39-74, e-mail: udaKern@yandex.ru

***Павел Вадимович Петров***

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, кандидат технических наук, доцент, кафедра фотоники и приборостроения, тел. (905)958-50-92, e-mail: krasko.petroff@yandex.ru

Статья освещает проблемы поиска научно-практических закономерностей в области технологии оптического приборостроения. Приводятся примеры анализа некоторых закономерностей, выполненного в рамках образовательной деятельности при подготовке бакалавров по направлению Приборостроение, профиль «Технология приборостроения». Цель подобных работ состоит в попытках развития технологии как науки. В числе основных методов анализа закономерностей – корреляционно-регрессионный и вероятно-статистический. Результаты исследований подтверждают проблематичность формализации технологических знаний и производственного опыта. Причина – в противоречивости исходной информации и отсутствии системной обработки производственно-технологических решений.

Статья актуальна в связи с дальнейшей автоматизацией оптического производства.

**Ключевые слова:** поиск и анализ закономерностей, технология, оптическое приборостроение.

## **SEARCH AND ANALYSIS OF TECHNOLOGICAL PATTERNS IN OPTICAL INSTRUMENTATION**

***Oleg A. Kvitovskiy***

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Student, phone: (999)464-57-81, e-mail: olgert123@yandex.ru

***Konstantin S. Nikitin***

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Student, phone: (903)935-39-74, e-mail: udaKern@yandex.ru

***Pavel V. Petrov***

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Ph. D., Associate Professor, Department of Photonics and Device Engineering, phone: (905)958-50-92, e-mail: krasko.petroff@yandex.ru

The article highlights the problems of finding scientific and practical laws in the field of optical instrument technology. Examples of analysis of some legislative dimensions, made in

the framework of the educational activities in the preparation are the moat in the direction Instrument, the profile "Technology of instrumentation". The purpose of such works is to try to develop technology as a science. Among the main methods of analysis of regularities – correlation and regression, and probably-statistical. The research results confirm the problematic formalization of technological knowledge and production experience. The reason is the inconsistency of the initial information and the lack of system processing of production and technological solutions.

The article is relevant in connection with further automation of optical production.

**Key words:** search and analysis of the laws, the technology, optical instrumentation.

В начале несколько цитат на тему «технология, как наука» [1]:

«Ничего нельзя возразить против обмена опытом, но постоянное подражание образцам обрекает на вечное ученичество. Надо этому противопоставить развитие «методов», выяснение «законов» (1936 г., Ивашкевич П.И.)».

«Теоретические основы сборки в общем виде ещё не созданы» (1955 г. Яхин А.Б., Ефимов В.П.).

«Теоретические основы процессов механической обработки стекла... ещё не созданы» (1962 г, Куманин К.Г.)

«В технологии металлообработки не существует ... «положений» и «законов». Наверное, их никогда и не будет» (2004 г., специализированный журнал «Стружка»)

Проблема поиска и анализа технологических закономерностей для становления технологии наукой, с большой степенью вероятности не теряет остроты до сих пор. Значит ли это, с учётом выше приведённых цитат, что поиск технологических закономерностей не имеет смысла?

Во-первых, «дорогу осилит идущий». Во-вторых, «иногда проблему решает тот, кто не знает, что её невозможно решить». В третьих, частные технологические зависимости постоянно устанавливаются в очень узких рамках той или иной темы исследования [2, 4, 6, 7].

В образовательной сфере есть возможность заниматься такой проблемой ради повышения интереса к преподаваемой дисциплине, любопытства и «для себя». В рамках технологических дисциплин по направлению Приборостроение (профиль «Технология приборостроения») поиск и анализ технологических зависимостей выполняется в ходе непосредственного изучения предмета курса.

Работы по данной проблеме выполняются давно [8, 10, 13-16, 18, 19]. На сегодня сложились два основных направления поиска технологических закономерностей, цель которых состоит в попытках развития технологии как науки. В числе основных методов анализа закономерностей – корреляционно-регрессионный и вероятно-статистический.

Первое направление – разработка технологических процессов (ТП) изготовления исходных деталей и выявление степени влияния различных технологических факторов на трудоёмкость изготовления изделий по разработанному ТП. К числу таких факторов можно отнести, например:

- исходные заготовки;

- оборудование;
- технические средства, расширяющие технологические возможности оборудования;
- станочные приспособления;
- режимы резания;
- меры реорганизации производства.

Каждому такому фактору придают различные качественные значения (при постоянстве других факторов, влияющих на содержание ТП), и для каждого значения изменяемого фактора рассчитывается штучная (или штучно-калькуляционная) трудоёмкость изготовления изделия по заданному (разработанному) ТП. Сравнивая трудоёмкости изготовления изделия, можно оценить, степень влияния того или иного фактора (или группы факторов) на снижение трудоёмкости. В частности, на основе предварительных результатов, установлено, что:

- интенсификация режимов резания снижает штучную трудоёмкость не более, чем в 1,1-1,3 раза (исследования проводились для деталей малых размеров, изготавливаемых из стали и алюминиевых сплавов, обрабатываемых резанием инструментами из сплавов Р6М5 и Т15К6);

- применение мер реорганизации традиционного неавтоматизированного производства позволяет сократить трудоёмкость изготовления детали от 1.1 до 2-х раз (под реорганизацией производства понимались, например, обработка изделий «пачками», перекрытие технологических операций по времени, выполнение одной и той же операции на нескольких станках и т.п.);

- использование оборудования с ЧПУ типа «обрабатывающий центр» вместо традиционного универсального и специализированного оборудования уменьшает штучную трудоёмкость до 5 раз и более (исследования проводились для деталей малых размеров средней сложности из традиционных конструкционных материалов).

Полученные зависимости позволяют целенаправленно влиять на трудоёмкость, зная ожидаемый эффект от этого. Большую объективность результатам придаёт их обобщение по итогам работы всей группы обучающихся.

Второе направление исследований – анализ закономерностей, лежащих в основе решения частных технологических задач. Например, анализ правила выбора начальной стороны обработки линзы; анализ алгоритма установки резца по высоте, и т.д. Ряд задач анализировался как с производственной точки зрения, так и по литературным источникам. Производственный анализ проводился по итогам опроса технологов и станочников, непосредственно в оптическом или механических цехах Новосибирского приборостроительного завода. Литературный обзор получался более обстоятельным и ретроспективным. В результате установлено, что технологические зависимости носят противоречивый и неоднозначный характер, как на практике, так и в теории. Ни одно из исследований не привело к установлению обоснованных однозначных закономерностей. Тем ни менее, можно говорить о наиболее вероятностных зависимостях,

как чаще всего встречающихся. В частности, на основе предварительных результатов, установлено, что:

- начальной стороной обработки оптической стеклянной линзы следует считать поверхность, как правило, с наибольшим радиусом кривизны и, если сферические поверхности имеют разный знак, то это сторона с вогнутой поверхностью; при этом были выявлены и другие варианты выбора, но они имеют меньшую вероятность существования;

- схема разработки технологического процесса является различной по составу, порядку и содержанию выполняемых этапов и предусматривает, в частности, возможность параллельного (одновременного, независимого) выполнения определённых этапов [11, 12, 17, 20];

- существуют не менее 16-ти формул расчёта радиусов кривизны сферических сторон прессованных заготовок оптических линз, установленных в ходе ретроспективного исследования; предварительно определены области их применения [9].

Основной сложностью выявления общей закономерности путём обобщения частных зависимостей заключаются в отсутствии подробностей создания этих частных зависимостей. Например, зависимости, приведённые в справочниках, учебниках, стандартах и технических изданиях даются без комментариев, что не позволяет оценить их область существования и применения. Кроме того, такие исследования требуют долговременных усилий и значительного числа расчётов, что в учебной практике почти невозможно.

По объективным и субъективным причинам успехи в области поиска технологических закономерностей невелики. Но для образовательной сферы это не так важно. Важнее, углубление понимания вопроса, тренинг в аналитике, получение дополнительных знаний в области технологии.

Может сложиться мнение, что ситуация с наличием закономерностей в технологии оптического приборостроения плачевна. Это не совсем так. При решении практически каждой конструкторской, технологической и производственной задачи принимается тот или иной общепринятый специалистами порядок действий, который может рассматриваться как некая закономерность [3, 5]. Другое дело, что природа таких закономерностей может быть вызвана определёнными традициями, а не научно обоснованным заключением.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Петров П. В. О сущности технологии вообще и технологии оптического производства в частности // ГЕО-Сибирь-2007. III Междунар. науч. конгр. : сб. материалов в 6 т. (Новосибирск, 25–27 апреля 2007 г.). – Новосибирск : СГГА, 2007. Т. 4, ч. 1. – С. 67–71.

2. Насыров Р. К. Разработка дифракционной оптики для настройки оптических систем // Интерэкспо ГЕО-Сибирь. XIV Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «СибОптика-2018» : сб. материалов в 2 т. (Новосибирск, 23–27 апреля 2018 г.). – Новосибирск : СГУГиТ, 2018. Т. 1. – С. 84–87.

3. Контроль параллакса в телескопических системах / О. К. Ушаков, П. В. Петров, В. А. Павленко, Е. Г. Бобылева // Интерэкспо ГЕО-Сибирь. XIV Междунар. науч. конгр. :

Междунар. науч. конф. «СибОптика-2018»: сб. материалов в 2 т. (Новосибирск, 23–27 апреля 2018 г.). – Новосибирск : СГУГиТ, 2018. Т. 1. – С. 16–20.

4. Шарыпова И. Н., Симонова Г. В. Оценка влияния температуры на спектральные характеристики тонких пленок // Интерэкспо ГЕО-Сибирь. XIV Междунар. науч. конгр. : Магистерская научная сессия «Первые шаги в науке»: сб. материалов (Новосибирск, 23–27 апреля 2018 г.). – Новосибирск : СГУГиТ, 2018. – С. 56–59.

5. Мусс Д. В., Бобылева Е. Г., Пушкарёв А. В. Особенности технологического процесса производства астрономических и космических зеркал // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2017. XIII Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. студентов и молодых ученых «Молодежь. Наука. Технологии»: сб. материалов (Новосибирск, 17–21 апреля 2017 г.). – Новосибирск : СГУГиТ, 2017. – С. 86–90.

6. Макарова Д. Г. О выборе технологии формообразования поверхностей линз для субмиллиметрового диапазона длин волн // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2013. IX Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «СибОптика-2013»: сб. материалов в 2 т. (Новосибирск, 15–26 апреля 2013 г.). – Новосибирск : СГГА, 2013. Т. 1. – С. 3–6.

7. Парко В. Л., Хацевич Т. Н. Способ апохроматической коррекции в зеркально-линзовом объективе с использованием одного оптического материала // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2013. IX Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «СибОптика-2013»: сб. материалов в 2 т. (Новосибирск, 15–26 апреля 2013 г.). – Новосибирск : СГГА, 2013. Т. 1. – С. 94–98.

8. Петров П.В. Алгоритмизация технологической подготовки машино- и приборостроения// Всероссийская науч.- практическая конференция, Кемерово, 1992. – С. 17–18.

9. Петров П.В., Ларина Т.В. О расчете радиусов кривизны пресованных заготовок стеклянных линз// Международная науч.- техн. конференция: Ч. 2. – Новосибирск: СГГА, 1995. – С. 53–54.

10. Отчёт о научно-исследовательской работе (заключительный): Разработка и исследование математических моделей оценки маршрутного описания ТП изготовления оптических деталей/ Соснов А.Н., Петров П.В., Ларина Т.В., и др. // Тема № 02.96.0007210, СГГА, 1995, № ГР 195.0004283, Москва, 1995.

11. Петров П.В., Кутенкова Е.Ю. Схема решения технологической задачи, как объект исследования // 46-я науч.-техн. конф. преп. СГГА: Тезисы докл. конф. Ч. 1. – Новосибирск: СГГА, 1996. – С. 36–37.

12. Отчёт о научно-исследовательской работе (заключительный): Разработка и исследование метода построения схем проектирования ТП изготовления оптических деталей / Соснов А.Н., Петров П.В., Кутенкова Е.Ю., Ларина Т.В. // Тема № 02.97.0004758 СГГА, 1996, № ГР 0197.0007521, Москва, 1996.

13. Петров П.В., Ларина Т.В., Соснов А.Н. Проблема количественной оценки технологических решений в процессе подготовки производства деталей оптического прибора // Изв. вузов. Приборостроение, 1996. Т.39. №2. – с. 14-15.

14. Отчёт о научно-исследовательской работе (заключительный): Разработка интеллектуальной Базы знаний по оптическому заготовительному производству/ Соснов А.Н., Жежко Л.В., Петров П.В., и др. // Тема № 02.97.0003588, СГГА, № ГР 0196. 0012570, Москва, 1997.

15. Жежко Л. В., Петров П. В. Отраслевая интеллектуальная база знаний оптической технологии «Эксперт-оптик» // «Оптический журнал», том 65, №2, 1998. – С. 15–20.

16. Петров П.В., Гульняшкина М.В. Результаты сравнительных расчетов заготовок оптических деталей по различным методикам// Тезисы докладов междунар.-науч.-техн. конф. 24-29 мая 1999 г., Москва., МИИГАиК, 1999. – с. 64.

17. Петров П.В., Кутенкова Е.Ю. Исследование теоретической возможности параллельного решения задач проектирования технологического процесса// Тезисы докладов междунар.-науч.-техн. конф. 24-29 мая 1999 г. Москва., МИИГАиК, 1999. – с. 36.

18. Отчёт о научно-исследовательской работе (заключительный): Разработка и исследование в среде экспертной системы БД и БЗ по оценочным функциям, применяемым в оптической технологии / Соснов А.Н., Петров П.В., Ларина Т.В., Кутенкова Е.Ю. // Тема № 02.99.0005402 СГГА, № ГР 0197.0007522, Москва, 1999.

19. Петров П.В., Ларина Т.В. Оценка текущих и прогнозируемых затрат, связанных с проектированием ТП изготовления оптических линз // Рукопись деп. в ВИНТИ 26.10.00, №2713-ВОО, СГГА. - Новосибирск, 2000.

20. Петров П. В., Кутенкова Е. Ю. Исследование схем решения проектно-технологических задач // Рукопись деп. в ВИНТИ 26.10.00, №2715-ВОО, СГГА. – Новосибирск, 2000.

© О. А. Квитовский, К. С. Никитин, П. В. Петров, 2019