

РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМ СОЗДАНИЯ НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ОБОРУДОВАНИЯ.

<https://doi.org/10.5281/zenodo.7830951>

Турсунов Шовкат Талибович

(ORCID:0000-0002-7143-2666)

Ферганский политехнический институт. Заведующий кафедрой "Технология и автоматизация машиностроения", доцент

E-mail: sh.tursunov@ferpi.uz

Авархўжаев Рамзуллохўжа Бузрукхўжа ўгли

Студент Ферганского политехнического института

E-mail: ramzullohxoja@gmail.com

Онарбоев Одилжон

Студент Ферганского политехнического института

Аннотация.

Описаны тенденции развития технологического оборудования, особенности методов его проектирования и направления их совершенствования. Рассмотрены виды решаемых задач при создании станков как традиционных, так и инновационных. Даны структура эксплуатационных требований, предъявляемых к технологическому оборудованию, и принципы их обеспечения при создании машин.

Ключевые слова.

технологическое оборудование, металлообрабатывающие станки, проектирование, методы, оценка, закономерности, принципы, концепция, развитие.

ВВЕДЕНИЕ.

Современные технологические машины представляют собой сложные системы, осуществляющие передачу и преобразование информации, энергии и вещества для получения изделий, обладающих заданными эксплуатационными свойствами.

Накопленная человечеством совокупность знаний в технологических процессах включает методы описания поведения, состояния, структуры и свойств, как процесса, так и технологического оборудования, необходимого для его реализации. Требования к технологическому оборудованию определяют параметры, характеристики и свойства всей машины и ее структурных частей. Область возможных решений, реализующих

конструкцию технологического оборудования, содержит и определяет фактически достигнутые или возможно достижимые характеристики и свойства рассматриваемого объекта и его структурных частей на момент его создания.

При инновационном подходе в проектировании требуется определить наилучшие, из возможно достижимых, характеристики проектируемого объекта, структура и взаимодействие элементов которого формируют систему с заданными функциями и поведением. Следовательно, возможность реализации такого объекта (станка) будет определяться суперпозицией знаний, требований и возможных решений, в которой одновременно выполняются все условия его существования.

Алгоритм (рис. 1) создания новой техники, можно представить следующей последовательностью: потребность - функция - концепция - проектирование - производство - эксплуатация, испытания - проблемы, задачи - исследования - научно-технический задел - технический и технологический скачек - потребность.

На схеме (рис. 1) стрелками показаны исходные данные для проектирования и производства станков и оборудования, пунктирами обозначены связи, обусловленные ограничениями на процесс проектирования. Два потока преобразуемой информации, при создании и последующей эксплуатации станка, обусловлены применяемыми инструментами проектирования: нижний - традиционные методы; верхний - автоматизированные на базе компьютерных систем [1,2]. Очевидно, что разными для этих потоков будут и методы работы с ними, что требует создания и, соответствующих применяемым инструментам, методов проектирования.

Результат и обсуждение.

В машиностроении 80-85% затрат предопределяется техническими решениями, которые формируются в процессе конструирования и разработки технологии. Важность проблемы повышения эффективности конструирования иллюстрируется следующими данными: производительность труда в производстве за XX век возросла на 1500%, а в проектировании на 40-50%; сложность промышленных изделий (оцениваемых по числу деталей) возрастала каждые 15 лет в 2 раза; затраты времени на создание новых изделий уменьшались каждые 25 лет в 2 раза; число классов технических систем удваивалось каждые 10 лет. Реализацию согласно схеме

(см. рис. 1) таких этапов проектирования как структурный и параметрический анализ, оценка и создание чертежей и иной конструкторской и технологической документации можно в достаточно полном объеме автоматизировать при помощи CAD/CAE/CAM-программ. Следствием этого являются: резкое уменьшение требуемого количества конструкторов для выполнения одной и той же работы; уменьшение технических ошибок, вследствие большей наглядности проектирования; возможности контроля наиболее важных моментов (просмотр конструкции с разных сторон, виртуальное перемещение узлов в рабочем пространстве с контролем возможных столкновений узлов, определения рабочей зоны и т. п.); повышение роли каждого конструктора, участвующего в разработке и его ответственности за результат [3,4].

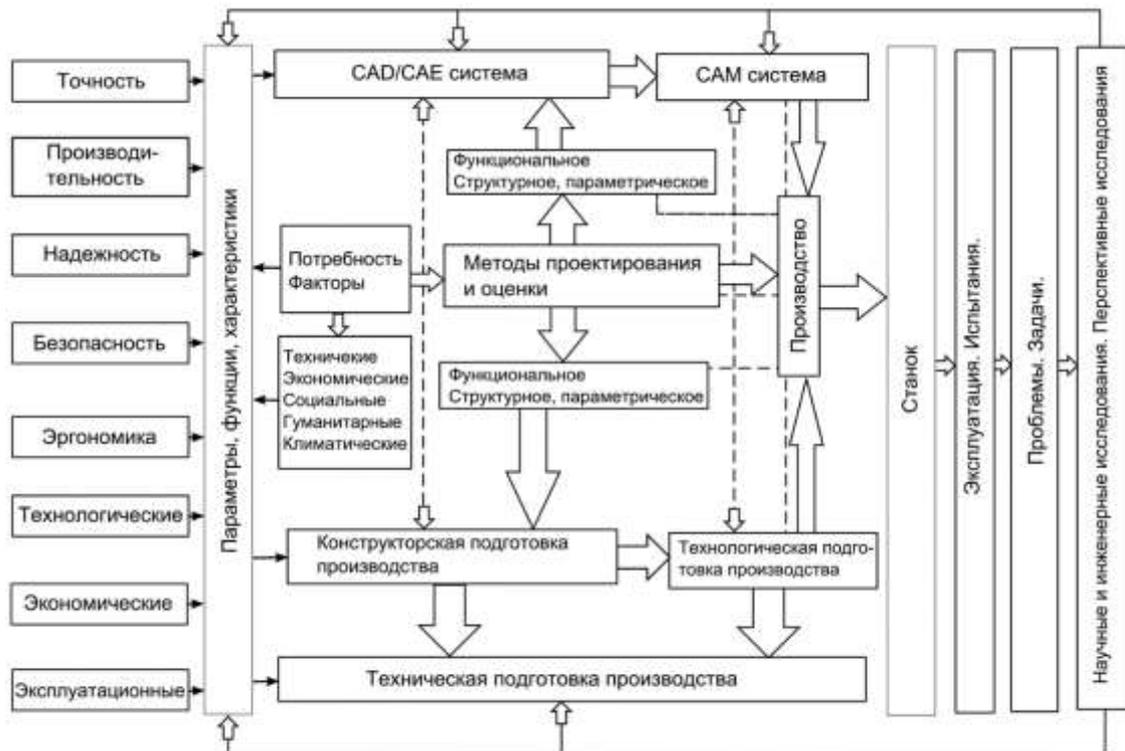


Рис. 1. Схема создания станков и оборудования

Такие этапы как концептуальное проектирование, планирование и прогнозирование, оценка направлений развития и т. п. зависят от знаний и имеющихся «ноу-хау» опытных специалистов, - автоматизация этих работ является затруднительной. Поэтому необходима постоянная работа по обобщению и систематизации знаний в области станкостроения и смежных областях знаний. Это требует значительного повышения уровня образования инженерных кадров, их практических навыков, необходимых для

исследований и разработок перспективных и инновационных станков. Данное обстоятельство с одной стороны способствует развитию станкостроения, а с другой, позволяет формулировать направления, состав и объем требуемых знаний в сфере подготовки необходимых кадров для опережающего развития отрасли [5,6,7].

Особенностью современного этапа развития станкостроения и машиностроения в целом является переход на компьютерное проектирование, которое создает более широкие возможности для реализации потенциала конструктора и здесь успех зависит в большой степени от уровня освоения проектировщиком возможностей и особенностей, используемой для конструирования среды. Внешнее впечатление от разработанной конструкции с помощью цифровых технологий благоприятное, даже в том случае, когда присутствуют ошибки, связанные с недостаточным общим уровнем подготовки конструктора. В связи с этим роль общей методологии конструирования в повышении качества машин значительно возрастает.

Современное инновационное проектирование носит системный характер, что означает согласованный выбор альтернатив между технологическими возможностями, уровнем автоматизации, современными конструкторскими решениями и ценой, гибкостью производства и производительностью и т. п.

При проектировании технических систем и средств рекомендуется учитывать следующие обстоятельства:

Новые технические решения появляются в результате постепенного приближения к цели (эволюция).

Разработка проекта идет от общего к частному, а не наоборот. Это обуславливает роль технического задания [9,10,11].

Получение наиболее рационального решения достигается разработкой максимального числа вариантов и их углубленным анализом.

При поиске решения требование эффективности функционирования машины преобладает над другими требованиями, например, экономическими.

Конструктивные параметры элементов технических систем диктуются в первую очередь физикотехническими, а не экономическими факторами и при проектировании необходимо проводить инженерные расчеты.

Конструирование изделий выполняется с учетом возможности и трудоемкости их изготовления, эксплуатации и ремонта.

Экономическая оценка конструкции всегда является важным стимулом получения рациональных проектных решений, но может быть сделана не раньше, чем появится вариант, отвечающий требованиям функционирования изделия [12,13].

Конструирование представляет собой одну из эмпирико-интуитивных форм творческой деятельности, плохо поддающихся изучению, формализации и алгоритмизации. В настоящее время применяются разнообразные методы проектирования (см. табл. 1).

В последние годы получила широкое распространение теория аксиоматического проектирования Н. П. Су, построенная на утверждении, что весь процесс проектирования это взаимодействие между «чего мы хотим достигнуть» и «как мы достигаем этого». Структурно процесс проектирования представлен последовательностью взаимодействий состоящей из четырех областей: область требований потребителя; функциональная область, которая определяет функциональные требования к объекту проектирования; область параметров проектирования, за счет которых удовлетворяются соответствующие функциональные требования; область процессов, реализующих параметры проектирования [14,15]. Каждое бинарное взаимодействие должно удовлетворять: аксиоме независимости - 1 и информационной аксиоме - 2.

Аксиому 1 инженеры-конструкторы используют сознательно или интуитивно. Когда мы проектируем сложную систему аксиома говорит нам о том, какие технические параметры или решения удовлетворяют соответствующим функциональным требованиям. Когда найдено множество таких решений, то с помощью Аксиомы 2 определяется лучший вариант, который обычно количественно определяется вероятностью успеха. Она тоже основывается на технической интуиции инженера-конструктора.

Таблица 1

Методы проектирования станков и оборудования

№ п/п	Автор (ы)	Наименование метода
1	Неизвестен	Проб и ошибок

2	Герцшпрунг М.; Рассел Й.; ски Ф.	Многомерные таблицы.
	Берталаффи М.	Общая теория систем
3	Альтшуллер Г. С.	ТРИЗ
4	Хилл Д.	Матрица идей.
5	Росс И.	Объектно- ентированное
6	Стевард Дж.	Матричная структура ектирования
7	Тагучи Г.	Метод качественного енерного проектирования
8	Су Н.П.	Аксиоматика ектирования
9	Хатамура И.	Концептуальное ектирование
10	Хайк Б.	Проектирование шесть- а

Другими словами, потребность клиента преобразуется с помощью функциональных требований в функциональную область. Функциональная область определена техническими терминами - это эквивалентно тому, «чего мы хотим достигнуть». Функциональные требования удовлетворяются, определением или выбором параметров конструкции в физической области [16,17].

Поэтому в аксиоматике проектирования хороший процесс проектирования означает - эффективный процесс структурирования:

требований потребителя - высокий технический уровень;

функциональные требования - обеспечить заданный (требуемый) технический уровень;

параметры конструкции - как обеспечить заданный технический уровень;

область процессов - реализация параметров выбранного технического уровня.

Хотя аксиомы сформулированы просто, реальное их применение может быть достаточно трудным.

Конкретные методы конструирования всегда индивидуальны, поэтому очень трудно формулировать рецепты по их применению. Паркинсон сказал, что: «Верблюд - это коллективно спроектированная лошадь», имея в виду, что коллектив не заменит творчески одаренного конструктора при решении конкретных задач.

Основные трудности творческого процесса конструирования - это восприятие всей проблемы целиком как конструкторского плана, так и технологического. Поэтому современное проектирование носит системный характер, что означает согласованный выбор компромиссов между технологическими возможностями, уровнем автоматизации, современными конструкторскими решениями и ценой, гибкостью производства и производительностью и т. п.

Отличительной особенностью современного этапа развития станков с ЧПУ является переход к модульному принципу проектирования на базе мехатронных модулей. При этом традиционные механические кинематические цепи в станках частично или полностью заменяются мехатронными устройствами, совмещенными в большинстве случаев с исполнительными органами станков.

Специфика мехатронных систем заключается в соединении как правило трех начал - энергетического, информационного и управляющего, что создает хорошие предпосылки для получения принципиально новых конструкторских решений [18,19].

Отметим некоторые существенные преимущества при использовании мехатронных устройств:

относительно низкая стоимость благодаря высокой степени интеграции, унификации и стандартизации элементов и интерфейсов;

высокое качество реализации точных движений вследствие применения методов интеллектуального управления;

высокие надежность, долговечность и помехозащищенность;

компактность конструкций;

улучшение массогабаритных и динамических характеристик станков вследствие упрощения кинематических цепей.

В отдельных случаях удачное объединение (синтез) электроники и механики позволяет создавать станки, основанные на совершенно иных концептуальных принципах. К ним, например, относят станки с так называемой параллельной кинематикой (бипод, трипод, гексапод и др.). В

основу таких станков положен мехатронный механизм поступательного перемещения, включающий тяговое устройство (шарики-винтовую или другую передачу), регулируемый электродвигатель и датчики обратной связи по скорости и положению. Погрешность перемещения в первую очередь зависит от приводов подач, а не от направляющих как в традиционных станках [20,21].

Малая масса подвижных узлов позволяет получать рабочие подачи до 50 м/мин, а ускоренные до 200 м/мин, простая модульная конструкция повышает эффективность производства.

Характерными представителями мехатронных подсистем (узлов) являются мотор-шпиндели, поворотные и глобусные столы, револьверные головки и механизмы смены инструментов, привода подачи и т. п. [2, 6].

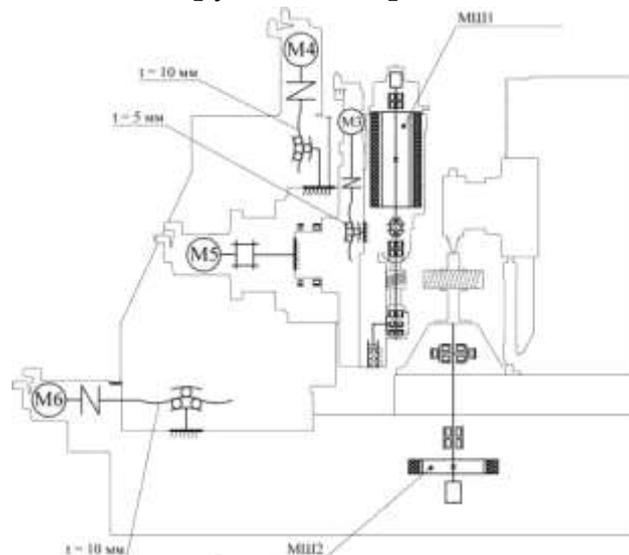


Рис. 2. Кинематическая схема вертикального зубофрезерного станка мод. 5320Ф4 с диаметром обработки 200 мм

Наиболее законченным решением при создании мехатронных устройств для металлорежущих станков является применение так называемых прямых приводов для реализации движения исполнительного органа. В этом случае источник движения находится непосредственно на рабочем органе станка и между ним и конечным звеном, несущим инструмент или заготовку, нет промежуточных передач. Например, в зубофрезерных станках, благодаря использованию прямых приводов вращения заготовки и фрезы решаются многие сложные задачи, в том числе:

исключается точная делительная передача привода вращения заготовки и кинематическая точность обеспечивается датчиком, установленном в столе;

механизмы устранения зазоров в приводе фрезы;

уменьшается число оригинальных деталей примерно на порядок.

На рис. 2 показана кинематическая схема вертикального зубофрезерного станка мод. 5320Ф4 с диаметром обработки 200 мм, построения по указанному принципу. [1]

Мотор-шпиндели МШ1 и МШ2, установленные соответственно на фрезерном суппорте и столе, осуществляют вращение фрезы и заготовки. Фрезерный суппорт обеспечивает двигателем М3 осевое перемещение фрезы, как периодическое (при затуплении фрезы), так и непрерывное - при диагональном зубофрезеровании.

Перемещение инструмента вдоль оси заготовки осуществляется электродвигателем М4, обеспечивая обработку колес требуемой ширины.

С помощью электродвигателя М5 и редуктора производится установка фрезы на требуемый угол (установочное перемещение) и электродвигатель М6 производит радиальное перемещение фрезы для установки на глубину резания и обеспечивают требуемую модификацию зуба по длине (бочкообразность, малый угол конуса и т. п.).

Таким образом, станок полностью построен на основе мехатронных главных приводов (мотор-шпинделей) и следящих приводов подачи.

В Европе выпускаются станки, работающие по аналогичному принципу с диаметром обработки до 10 м и даже более. В станках других типов, в том числе токарных, фрезерно-расточных использование мехатронных механизмов дает не меньший эффект [22,23].

Важнейшими задачами при создании типовых мехатронных модулей для различных типоразмеров станков являются:

сокращение числа модификаций мехатронных модулей, используемых в пределах размерного ряда станков без существенного ухудшения технических параметров станка;

выбор рациональных эксплуатационных параметров (например, мощности, момента, частот вращения для мотор-шпинделя);

создание компактных конструкций.

С точки зрения методики, инновационное проектирование является процессом оптимизации при заданной цели и зачастую противоречивых условиях. Рациональная конструкция, как правило, имеет некоторые характерные черты: ограниченное число как типоразмеров нормалей и покупных изделий, так и способов термической обработки, и т. п.; широкое

использование типовых решений элементов конструкций, унифицированных узлов и деталей; возможность группового изготовления деталей; сборка в виде подузлов и сборочных единиц; широкое использование возможностей кооперации; нельзя считать хорошей конструкцией машины, работа на которой может быть безопасной только при соблюдении сложных правил и инструкций [1,2].

Принять правильное решение - значит, выбрать такой вариант из числа возможных, в котором с учетом всего разнообразия факторов будет оптимизирована общая ценность разработки. Часто бывает необходимым несколько поступиться одной из характеристик технической системы, чтобы получить выигрыш в другой. Задачей процесса принятия решений является отыскание варианта, представляющего собой наилучший с точки зрения цели проектирования и при учете всех рассматриваемых факторов как количественных, так и качественных. Можно выделить несколько базовых моментов при принятии решений:

свойства, по которым оценивают варианты конструкции (точность, надежность, долговечность и др.), называют критериями, важность каждого из которых определяется весовым коэффициентом (в долях от 1);

сравниваемые варианты, соответствуют этим критериям в разной степени, поэтому характеристикой степени соответствия является оценка (отношение показателя свойств данного варианта к эталонной величине показателя);

произведение весового коэффициента на оценку - представляет собой степень соответствия варианта критерию качества и сравнение вариантов можно проводить по сумме этих произведений всех критериев качества [3,4].

Невозможно получить такое решение, которое превосходило бы все другие по всем критериям. Поэтому под оптимальным вариантом понимают такой, у которого невозможно улучшить ни один из критериев без ухудшения других (оптимизация по Парето).

Таким образом, методологию проектирования можно свести к общим методам проектирования (алгоритмическим, эвристическим), к приемам рационального конструирования, обеспечивающим качество функционирования и рациональное исполнение машин (технологичность, надежность, точность, адаптация к изменяющимся условиям работы, компактность, теплостойкость и т. п.), а также способам оценки результатов.

К алгоритмическим методам относятся логические и математические алгоритмы, которые можно определить как последовательность указаний, касающихся процедур решения задач. Алгоритмические методы наиболее успешно используются при разработке концепции и при оптимизации конструкций. Коренным вопросом является возможность декомпозиции задачи на отдельные части, которые можно решить последовательно или параллельно. При создании сложных систем, таких как станки, которые должны отвечать большому числу разнообразных требований, чаще всего расчленив общую задачу не удастся и приходится использовать эвристические методы. Эвристические методы (в их основе лежат опыт и способности конструктора) представляют собой упорядоченные общие правила и рекомендации, помогающие решению творческих задач без предварительной оценки результатов. Известны более трех десятков эвристических методов: мозгового штурма; синектики; элементарных вопросов; аналогий; «от целого к частному»; «наводящих операций» и др. Использование принципа аналогий при разработке концепции предполагает перенос решений из живой природы. Например, самозатачивающиеся многослойные резцы - зубы и когти кошки, в которых твердость слоев возрастает с глубиной; трубы - стебли растений; сотовые конструкции - ульи пчел. Принцип адаптации предполагает приспособление известных процессов к конкретным условиям: водяная мельница - гидромотор. Свойства пористых материалов впитывать жидкость можно использовать для смазывания. Принцип мультипликации заключается в увеличении (уменьшении) размеров и функций системы в несколько раз без изменения принципа действия. Например, вертикальный токарный станок - токарнокарусельный станок с диаметром обработки до 25 м. Принцип инверсии - взгляд с другой стороны, охватываемая поверхность становится охватываемой и т. п. В уникальных токарно-карусельных станках может вращаться заготовка или портал с инструментом - а заготовка неподвижна [5,6]. Принцип интеграции заключается в объединении, совмещении и упрощении функций. В горизонтально-расточных станках с выдвигным шпинделем при его установке на гидростатических подшипниках отпадает необходимость использования полого шпинделя, так как опоры позволяют шпинделю, как вращаться, так и перемещаться вдоль оси. Принцип дифференциации предполагает разделение функций и элементов системы. Применение отдельных приводов на каждое движение, разделение станка на

составные части. Принцип неологии - использование процессов, форм, материалов новых для данной техники. Например, использование пьезоэффекта для микроперемещений узлов; револьверная головка токарного станка - аналог магазин патронов. Принцип импульсации охватывает группу приемов, связанных с прерывистостью протекающих процессов. Например, храповые, мальтийские механизмы. Принцип динамизации предполагает, что характеристики, параметры всей системы или ее элементов изменяются на новых режимах работы. Реализуется в устройствах, работа которых возможна только в движении. Например, гидродинамический эффект в опорах и направляющих, установление натяга в подшипниках качения в зависимости от частот вращения шпинделя. Известно большое количество других приемов нахождения нужного решения при проектировании, связанных с преобразованием объектов, изменением вариантов, широким использованием компромиссов, поиском новых взаимосвязей между частями, использованием каталожного проектирования и различных физикотехнических эффектов и др.

Заключение.

Таким образом, совершенствование методов проектирования на современном этапе предполагает:

наиболее полное использование возможностей информационных технологий как для сокращения сроков, так и повышения качества разработок;

учет закономерностей развития техники, в том числе своевременный переход к машинам нового поколения с другим принципом действия;

использование всего арсенала средств методологии проектирования (алгоритмического, эвристического) для повышения качества машин особенно при разработке концепции.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. В. В. Бушуев, А. П. Кузнецов, В. В. Молодцов, Инновации в проектировании технологического оборудования // ИССЛЕДОВАНИЯ И РАЗРАБОТКИ. – С 107-112
2. Бушуев В. В., Острецов А. Г. Проектирование зубофрезерных станков нового поколения на базе мехатронных модулей. М: Вестник МГТУ «СТАНКИН», 2013, №3 (26).

3. Yusufovich G. Y., Shavkat o'g'li S. Y. CARTOGRAPHIC RESOURCES USED IN THE CREATION OF ELECTRONIC AGRICULTURAL MAPS OF FERGANA REGION //Finland International Scientific Journal of Education, Social Science & Humanities. – 2023. – Т. 11. – №. 3. – С. 1001-1009.
4. Бушуев В. В., Дорожко А. О., Рывкин Б. М. Метод проектирования станков нового поколения на базе унифицированных мехатронных модулей. М.: Вестник МГТУ «СТАНКИН», 2012, № 1 (18), с. 15-21.
5. Бушуев В. В. Практика конструирования машин: Справочник. М.: Машиностроение. 2006. 448 с.
6. Abduvakhovich A. A., Shavkat o'g'li S. Y. IMPROVING THE METHOD OF MAPPING AGRICULTURE USING REMOTE SENSING DATA //Finland International Scientific Journal of Education, Social Science & Humanities. – 2023. – Т. 11. – №. 3. – С. 1093-1100.
7. Логика проектирования. Методы и применение в технике// Косов М. Г., Кузнецов А. П., Гуревич Ю. Е., Симанженков К. А., Учаев П. Н. М.: Янус-К. 2010. 204 с.
8. Таджибаев Р. К. и др. КОНТРАФАКТНАЯ ПРОДУКЦИЯ. ДЕШЕВАЯ ПРОДУКЦИЯ ИЛИ ГАРАНТИЯ БЕЗОПАСНОСТИ //CENTRAL ASIAN JOURNAL OF MATHEMATICAL THEORY AND COMPUTER SCIENCES. – 2023. – Т. 4. – №. 2. – С. 81-88.
9. Khakimova K., Yokubov S. CREATION OF AGRICULTURAL ELECTRONIC MAPS USING GEOINNOVATION METHODS AND TECHNOLOGIES //Science and innovation. – 2023. – Т. 2. – №. D1. – С. 64-71.
10. Tursunov S. T., Sayfiev B. X. Protection Against Counterfeit Products-An Important Guarantee of Your Safety //Eurasian Scientific Herald. – 2022. – Т. 8. – С. 181-187.
11. Tadjibaev R. K., Tursunov S. T. Scientific Research and Study Behavior of Curved Pipes Under Loads //Central Asian Journal of Theoretical and Applied Science. – 2022. – Т. 3. – №. 3. – С. 81-86.
12. Mamatqulov O., Qobilov S., Yokubov S. CULTIVATION OF MEDICINAL SAFFRON PLANT IN THE SOIL COVER OF FERGANA REGION //Science and Innovation. – 2022. – Т. 1. – №. 7. – С. 240-244.
13. Таджибаев Р. К., Турсунов Ш. Т., Гайназаров А. А. Повышения качества трафаретных форм применением косвенного способа изготовления //Science and Education. – 2022. – Т. 3. – №. 11. – С. 532-539.

14. Таджибаев Р. К., Гайназаров А. А., Турсунов Ш. Т. Причины Образования Мелких (Точечных) Оптических Искажений На Ветровых Стеклах И Метод Их Устранения //Central Asian Journal of Theoretical and Applied Science. – 2021. – Т. 2. – №. 11. – С. 168-177.

15. qizi Olimova D. S. et al. THEORETICAL BASIS FOR THE USE OF MODERN GIS TECHNOLOGIES IN THE CREATION OF NATURAL CARDS //RESEARCH AND EDUCATION. – 2022. – Т. 1. – №. 4. – С. 4-10.

16. Tursunov S. T., Sayfiev B. X. Protection Against Counterfeit Products- An Important Guarantee of Your Safety //Eurasian Scientific Herald. – 2022. – Т. 8. – С. 181-187.

17. Бушуев В. В., Молодцов В. В. Роль кинематической структуры станка в обеспечении требуемой точности обработки изделия//М.: СТИН 2010, № 6, с. 6-9, № 7, с. 18-24.

18. Mavlyankulova S. Z. et al. THE ESSENCE OF CARTOGRAPHIC MAPS IS THAT THEY ARE USED FOR CARTOGRAPHIC DESCRIPTION OF THE TERRAIN. GENERALIZING WORKS IN THE PREPARATION OF MAPS //RESEARCH AND EDUCATION. – 2022. – Т. 1. – №. 4. – С. 27-33.

19. Барбин А. Ю., Молодцов В. В. Основные требования к мотор-шпинделям современных станков и особенности их применения//Вестник МГТУ СТАНКИН, 2013, № 3 (26), с. 19-29.

20. Барбин А. Ю., Молодцов В. В. Проблема обоснованного выбора мотор-шпинделей современных многоцелевых сверлильно- фрезерно-расточных станков//Вестник МГТУ СТАНКИН, 2013, № 4 (27), с. 8-16.

21. O'G'Li S. Y. S., Zuxtriddinovna M. S., Qizi A. S. B. THE USE OF MAPINFO PROGRAM METHODS IN THE CREATION OF CADASTRAL CARDS //Science and innovation. – 2022. – Т. 1. – №. A3. – С. 278-283.

22. Асанов Р. Э., Кузнецов А. П., Косов М. Г. Обеспечение технического уровня мехатронных модулей при их проектировании. - М: Вестник МГТУ «Станкин», 2012, № 4 (23). - с. 26-30.

23. Косов М. Г., Кузнецов А. П. Философское осмысление понятия «образ» в моделировании технологических процессов и машин. - Вестник МГТУ «СТАНКИН», 2012, т. 19, № 1 - с. 148-155.