

МЕТОДОЛОГИЯ УПРАВЛЕНИЯ ПОДГОТОВКОЙ КАДРОВ К РАБОТЕ С СИСТЕМАМИ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПО КРИТЕРИЮ БЕЗОПАСНОСТИ

С.А. Богатенков¹, Н.Д. Юсубов²

¹Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск,

²Азербайджанский технический университет, г. Баку

Применение систем автоматизированного проектирования обеспечивает высокую эффективность профессиональной деятельности в условиях увеличения требований к объему проектных работ и срокам подготовки производства. Однако процесс автоматизации сопровождается усилением рисков экономического, информационного, психологического, дидактического и социального характера.

В статье рассматривается методология управления подготовкой кадров к работе с системами автоматизированного проектирования технологических процессов по критерию безопасности. Предлагаемая методология опирается на принципы безопасности, классификацию ИКТ-компетенций, модель управления и на шаблоны поведения (паттерны). Среди паттернов выделены методы принятия решений и методика оценки безопасности подготовки кадров на основе анализа опыта работы и применения математических моделей.

Методология управления подготовкой кадров обеспечивает минимизацию угроз экономического, информационного, психологического, социального и дидактического характера. Результаты использования методологии продемонстрированы на примере подготовки кадров к работе с САПР ТП в Южно-Уральском государственном университете и Азербайджанском техническом университете.

Ключевые слова: подготовка кадров, системы автоматизированного проектирования, технологические процессы, безопасность.

Введение

Круг задач технологов в области подготовки производства достаточно широк. К ним относятся как процессы изготовления деталей, так и сборки изделий и их узлов. Проектирование изготовления детали является сложной задачей, начиная с выбора заготовки и заканчивая формированием выходной технологической документации. Современное машиностроение отличается увеличением доли мелкосерийного и единичного производства, что приводит к увеличению требований к объему проектных работ и срокам подготовки производства. Применение систем автоматизированного проектирования (САПР) обеспечивает высокую эффективность профессиональной деятельности в условиях увеличения требований к объему проектных работ и срокам подготовки производства [1–3].

Однако процесс автоматизации сопровождается усилением рисков экономического, информационного, психологического, дидактического и социального характера.

Во-первых, появился класс новых *экономических* угроз, связанных с появлением большого количества САПР, отличающихся функциональными и стоимостными характеристиками. Например, в конце прошлого века в Челябинском политехническом институте на кафедре технологии машиностроения разработан и внедрен ряд САПР, охватывающих проектирование как маршрутных, так и операционных технологических процессов на различных станках, включая автоматизацию нормирования операций [4]. Аналогичные САПР разрабатывались в институтах других городов. Возникла проблема экономически обоснованного выбора САПР.

Во-вторых, процесс внедрения САПР (особенно на стадии опытной эксплуатации) сопровождается ненадежной работой, приводящей к искажению информации. Появились новые *инфор-*

мационные угрозы, требующие дублирования работы технолога, как с помощью САПР, так и в традиционном варианте, что приводит к увеличению трудоемкости работы.

В-третьих, процесс внедрения САПР сопровождается изменением структуры предприятия и должностных обязанностей персонала. Появился класс новых **психологических** угроз, связанных с необходимостью формирования готовности персонала к работе с САПР.

Необходимо дополнительно учитывать угрозы, возникающие в процессе проектирования подготовки кадров в условиях практико-ориентированного образования. С одной стороны, возрастает угроза **дидактической** безопасности, связанная с необходимостью планирования образовательных траекторий для подготовки персонала с различным базовым уровнем компетенций и опытом работы под конкретные должностные обязанности. С другой стороны, возрастает угроза **социальной** безопасности, так как возникает дилемма: или учишься или «до свидания».

Анализ перечисленных угроз свидетельствует об актуальности проблемы, состоящей в необходимости разработки методологии управления подготовкой кадров к использованию САПР по критерию безопасности.

Исследования проблемы безопасности содержатся в работах ряда ученых. В трудах А.В. Возженникова, С.А. Проскурина, А.Л. Прохожева, С.В. Смутьского и др. отражены общетеоретические проблемы национальной безопасности. Ими определены понятия, структура, содержание и функции безопасности, обоснована необходимость исследования вопросов безопасности для различных отраслей жизнедеятельности. Зарубежные ученые Брайн Денмен, Грант Макбурни, Джеффри Олдерман, Ян Гроф и др. при изучении проблемы безопасности акцентируют внимание на предупреждение экстремизма и формирование толерантной культуры [5].

Данная проблема рассматривается в условиях неопределенности и риска. Проблема предполагает, как организацию процесса обучения, так и формирование содержания дисциплин для решения расчетных и нерасчетных технологических задач по критерию безопасности. Для решения проблемы необходимо разработать информационно-аналитическую систему управления проектами на основе моделей и методов, представляющих собой соответствующую методологию.

Например, похожая проблема решена Я.Д. Гельрудом и О.В. Логиновским в результате моделирования процессов функционирования стейкхолдеров [6]. А.А. Кошин разработал теорию точности и создал нормативную базу САПР многоинструментных токарных операций [2–4]. Н.Д. Юсубов решил проблему проектирования высокопроизводительной многоинструментной токарной обработки на основе матричной модели точности [7]. В [8–12] рассмотрены вопросы проектирования подготовки кадров для выпускников организаций профессионально-педагогического образования в аспекте безопасности.

Однако, несмотря на достигнутые успехи, проблема управления подготовкой кадров к работе с САПР ТП в условиях усиления угроз в достаточной степени не решена.

В статье рассматривается методология управления подготовкой кадров к работе с САПР ТП в условиях усиления угроз. Методология опирается на принципы безопасности, классификацию ИКТ-компетенций, модель управления и на шаблоны поведения (паттерны). Среди паттернов выделены методы принятия решений и методика оценки безопасности подготовки кадров на основе анализа опыта работы и применения математических моделей.

1. Методика оценки безопасности подготовки кадров

Методика оценки безопасности подготовки кадров к работе с ИКТ основана на определении рисков, т. е. степени влияния на безопасность различных компонентов угроз. На основе мнений независимых экспертов каждой угрозе ставится в соответствие значение степени риска по трехбалльной шкале («1» – влияние незначительное, «2» – среднее, «3» – сильное).

Результаты использования методики на примере подготовки кадров к работе с САПР ТП в Южно-Уральском государственном университете и Азербайджанском техническом университете приведены в табл. 1.

Оценка безопасности подготовки кадров к работе с САПР ТП

Номер угрозы	Содержание угрозы	Степень риска
Угрозы для экономической безопасности		
1	Необоснованный выбор САПР ТП	3
2	Отсутствие эффективных методов проектирования технологических процессов	3
3	Отсутствие унификации баз данных различных САПР ТП и сложность адаптации САПР ТП к условиям предприятия	3
Угрозы для информационной безопасности		
4	Субъективные ошибки персонала, связанные с большим объемом вводимой информации	3
5	Неоднозначность информации, обусловленная необходимостью ее графического представления	3
Угрозы для дидактической безопасности		
6	Неэффективная организация процесса подготовки персонала	2
7	Недостаточный учет требований работодателей	2
8	Недостаточная квалификация преподавателей	2
Угрозы для социальной и психологической безопасности		
9	Отсутствие мотивации персонала к обучению	2
10	Потеря работы	2

2. Паттерны стратегического поведения

После определения угроз и их степеней риска разрабатывается перечень мероприятий по минимизации их влияния на безопасность. При этом сначала исследуются угрозы с максимальной степенью влияния, затем – со средней и, наконец, с незначительной.

Таблица 2

Паттерны стратегического поведения при подготовке кадров к работе с САПР ТП

№ п/п	Содержание угрозы	Содержание паттерна
Управление на основе моделей и методов		
1	Необоснованный выбор САПР ТП	Выбор САПР ТП по критерию экономической безопасности
2	Большой объем вводимой информации, требующей ее графического представления	Использование текстовых и графических подсказок при вводе информации
3	Отсутствие эффективных методов проектирования технологических процессов	Применение эффективных методов проектирования технологических процессов
4	Отсутствие унификации баз данных различных САПР ТП и сложность адаптации САПР ТП к условиям предприятия	Применение способов унификации различных САПР и адаптации их к условиям предприятия на уровне баз данных
5	Неэффективная организация процесса подготовки персонала	Проектирование подготовки кадров по критерию дидактической безопасности
Организационно-правовое управление		
6	Субъективные ошибки персонала	Организация обучения работы с САПР
7	Отсутствие мотивации персонала к обучению	Моральное и материальное стимулирование
8	Недостаточный учет требований работодателей	Внесение изменений в должностные инструкции персонала
9	Потеря работы	Повышение квалификации или перевод на другую работу

В результате анализа угроз определены следующие *принципы безопасности* при работе с САПР ТП:

- 1) учет требований работодателей, образовательных стандартов, непрерывности и интегрированности образовательного процесса к применению САПР (*дидактическая* безопасность);
- 2) ориентация на использование средств текстовых и графических подсказок при вводе данных и организация перехода на традиционные средства работы в случае необходимости (*информационная* безопасность);

3) ориентация на обоснованный выбор варианта САПР, уменьшающего отношение цены к качеству, применение способов унификации различных САПР и адаптации их к условиям предприятия на уровне баз данных (*экономическая* безопасность);

4) создание условий, способствующих уменьшению влияния факторов социального риска при работе с САПР (*социальная* безопасность);

5) всестороннее использование мультимедийных средств САПР ТП для устранения неоднозначности при определении входной информации и эффективного восприятия выходной информации (*психологическая* безопасность).

Управление подготовкой кадров, реализующие принципы безопасности, выполняется на основе моделей и методов или с помощью организационно-правовых мероприятий, называются паттернами. Шаблоны поведения, реализующие подготовку кадров, называются паттернами. Паттерны стратегического поведения на примере подготовки кадров к работе с САПР ТП приведены в табл.2.

3. Выбор САПР ТП по критерию экономической безопасности

Критерий экономической безопасности предполагает выбор САПР ТП на основе таблиц соответствий и таблиц решений [1, 2]. Например, выбор технологического процесса (ТП) в зависимости от характера производства выполняется с помощью таблицы соответствий (табл. 3).

Таблица 3

Выбор ТП по характеру производства

Характер производства	Вид ТП		
	Маршрутный или маршрутно-операционный ТП	Операционный ТП с расчетом режимов резания и норм времени, оформлением ведомости потребной оснастки, режущего и измерительного инструментов	Единичный ТП, анализ множества вариантов, оптимизация, размерный анализ
Единичное и мелкосерийное	1	0	0
Среднесерийное	0	1	0
Крупносерийное и массовое	0	0	1

Таблица 4

Выбор ТП по характеру производства и виду металлорежущего оборудования

Характер производства	Вид ТП		
	Маршрутный ТП	Групповой и типовой ТП	Локальный ТП для операций, анализ множества вариантов, оптимизация
Мелкосерийное	Универсальные станки	0	0
Среднесерийное	0	Настроенные станки	0
Крупносерийное и массовое	0	0	Многошпиндельные горизонтальные автоматы

Выбор ТП в зависимости от характера производства и вида металлорежущего оборудования рекомендуется выполнять с помощью таблицы типовых решений (табл. 4).

4. Использование текстовых и графических подсказок при вводе информации

При проектировании ТП технолог в основном работает с массой графических документов. К ним относятся чертежи заготовки, детали, инструментов, приспособлений, операционные эскизы, графические изображения переходов и т. п. Разработка эффективных ТП достигается в результате решения сложных задач, таких как структурно-параметрическая оптимизация, размерный анализ и синтез ТП. Для решения таких задач необходима система графических объектов, например, размерных цепей. Кроме того, технолог приходится решать вспомогательные конструкторские задачи, требующие работы с графическими объектами, например, проектирование кулачков для автоматов [8].

Управление в социально-экономических системах

В табл. 5 раскрыт паттерн поведения для минимизации угрозы, связанной с большим объемом вводимой информации, реализованный в ППП «ТОПАЗ» [3, 4, 8].

Таблица 5

**Паттерн стратегического поведения
«Использование текстовых и графических подсказок при вводе информации»**

№ п/п	Содержание угрозы	Содержание паттерна
1	Принятие неверного решения из-за невозможности видеть на экране всей структуры многоинструментной наладки	Реализация панорамного ввода на основе перевода классификатора технологических переходов на командные строки. При этом вводится фактически двумерная таблица имен переходов. Столбцы таблицы соответствуют рабочим позициям многошпиндельного автомата, строки – суппортам
2	Ошибки, связанные с большим объемом вводимой текстовой информации	Предложены алгоритмы умолчаний, которые по заданным значениям первичных параметров определяют наиболее вероятное значение соответствующих вторичных параметров
3	Ошибки ввода, связанные с неоднозначностью текстовой информации, требующей ее графического представления	Применение графических подсказок, позволяющих устранить неоднозначность вводимой информации
4	Ошибки ввода информации, связанные с отсутствием контроля ввода структуры наладки в графическом виде	Реализация контроля ввода структуры наладки в графическом виде на экране монитора с возможностью коррекции вводимой информации

5. Применение эффективных методов проектирования технологических процессов

Рассмотрим применение эффективных методов проектирования технологических процессов на примере многоинструментной токарной обработки, выполняемой на токарных револьверных автоматах (ТРА) и многошпиндельных горизонтальных автоматах (ТМГА), которая имеет большие технологические возможности. На ТРА достигается концентрация до 20 переходов и точность обработки – до 8 квалитета. На ТМГА достигается концентрация до 30 переходов и точность – до 9 квалитета. При этом появляется возможность обработки детали на одном токарном автомате.

Таблица 6

**Паттерн стратегического поведения
«Применение эффективных методов проектирования технологических процессов»**

№ п/п	Содержание угрозы	Содержание паттерна
1	Проектирование планов обработки поверхностей на ТМГА с недостаточной производительностью	Оптимизация планов обработки поверхностей на ТМГА по критерию производительности на основе модели точности обработки на многошпиндельном прутковом автомате (С.А. Богатенков)
2	Проектирование планов обработки поверхностей на ТРА с недостаточной производительностью	Оптимизация планов обработки поверхностей на ТРА по критерию производительности на основе модели точности обработки на токарно-револьверном прутковом автомате (Н.Д. Юсубов)
3	Проектирование многоинструментных двухсуппортных наладок с недостаточной производительностью	Разработка теории точности многоинструментной токарной обработки на основе модели точности, учитывающей силовое влияние разных инструментов продольного и поперечного суппортов (А.А. Кошин)
4	Проектирование многоинструментных многосуппортных наладок с недостаточной производительностью	Разработка теории точности многоинструментной многосуппортной токарной обработки на основе матричной модели точности, учитывающей силовое влияние разных инструментов и разных суппортов (Н.Д. Юсубов)

Однако эти возможности многоинструментной обработки недоиспользуются. Токарные автоматы применяют в основном (более 88 % наладок) для черновой и получистовой обработки (12 квалитет точности).

С одной стороны, проектирование токарно-автоматных операций выполняется неэффективно, так как на практике приходится выполнять длительную отладку операций и ограничиваться

простейшими наладками. С другой стороны, токарные автоматы дают возможность оперативно выполнять переналадку в результате использования сменных комплектов кулачков и электро-механических командоаппаратов. Кроме того, реализован перевод многоинструментной обработки с токарных автоматов на станки с числовым программным управлением. Усиление противоречия между состоянием проектирования и возможностями токарных автоматов привело к необходимости разработки теории точности для проектирования многоинструментной обработки [2–4, 7, 13].

В табл. 6 раскрыт паттерн поведения для минимизации угрозы экономической безопасности, связанной с отсутствием эффективных методов проектирования технологических процессов на примере многоинструментных операций, выполняемых на токарных автоматах.

6. Применение способов адаптации САПР ТП

Технологическое обеспечение, содержащее сведения о типовых решениях технолога и правилах их принятия, на ранних этапах разработки САПР ТП представлялось блочным алгоритмом, выполняющим типовые решения, и реализовывалось на уровне компьютерной программы. Однако эта форма представления имеет угрозы экономического характера. Во-первых, значительно увеличивался объем программы по причине плохой адаптации блочных алгоритмов к организации унифицированных процедур, например, для выбора инструмента требуется разработка алгоритма и программы на каждый вид инструмента. Во-вторых, невозможна оперативная коррекция САПР ТП в условиях изменения производственного окружения, например при замене станков, так как это связано с необходимостью коррекции программного кода. В-третьих, при создании САПР ТП, включающей все существующие переходы, имеет место избыточность программного кода, приводящая к увеличению времени и трудоемкости работы программного обеспечения. Такая ситуация обусловлена непосредственным размещением характеристик типовых решений и технологических переходов в программе.

Обозначенные угрозы экономического характера будут минимизированы при удовлетворении ряда требований для технологического обеспечения. Во-первых, характеристики типовых решений необходимо перенести из алгоритмов и программ на информационный уровень, т. е. должно быть обеспечено требование независимости характеристик типовых решений от алгоритмического обеспечения. Во-вторых, процедура определения типовых решений должна быть единой для различных задач, т. е. необходимо обеспечить представление характеристик типовых решений в универсальной форме. В-третьих, необходимо алгоритмы проектирования технологических переходов перенести из алгоритмов и программ на информационный уровень [2, 3].

В табл. 7 раскрыт паттерн поведения для минимизации угрозы экономической безопасности, связанной с проблемами адаптации САПР ТП [2, 3].

Таблица 7

Паттерн стратегического поведения «Применение способов адаптации САПР ТП»

№ п/п	Содержание угрозы	Содержание паттерна
1	Невозможность оперативной коррекция САПР ТП в условиях изменения производственного окружения в связи с плохой адаптацией блочных алгоритмов к организации унифицированных процедур	Обеспечение независимости характеристик типовых решений от алгоритмического обеспечения в результате применения справочных и алгоритмических таблиц, таблиц решений и соответствий
2	При создании САПР ТП, включающей все существующие переходы, имеет место избыточность программного кода, приводящая к увеличению времени и трудоемкости работы в связи с непосредственным размещением алгоритмов проектирования технологических переходов в программе	Обеспечение независимости алгоритмов проектирования технологических переходов от программного кода в результате изменения принципов построения алгоритмического обеспечения САПР ТП, т. е. замены кодов на командные строки и использования инвариантного резидентного алгоритма на едином поле данных

7. Проектирование подготовки кадров по критерию дидактической безопасности

Изучение опыта работы с САПР ТП на ряде машиностроительных предприятий позволило разработать методику управления проектированием подготовки кадров к работе с САПР ТП по критерию безопасности. В основу методики положена классификация ИКТ-компетенций и модель управления.

Предлагается следующая уровневая классификация ИКТ-компетенций:

- 1) владение навыками документооборота с помощью САПР ТП;
- 2) умение решать технологические задачи с помощью САПР ТП;
- 3) умение решать проблемы выбора, адаптации, эксплуатации и разработки САПР ТП.

Основой обеспечения безопасности процесса управления подготовкой кадров к работе с САПР ТП является соответствующая модель управления (табл. 8). Модель позволяет обоснованно планировать подготовку кадров и формировать персонал на соответствующие должности для работы с САПР ТП.

Таблица 8

**Комплексная модель условий
и факторов управления подготовкой кадров для работы с САПР ТП**

Номер группы	ИКТ-компетентность	Сертификат	Опыт работы в предыдущей группе
1	Владение навыками документооборота с помощью САПР ТП	Сертификат № 1	Нет
2	Умение решать технологические задачи с помощью САПР ТП	Сертификат № 2	Да
3	Умение решать проблемы выбора, адаптации, эксплуатации и разработки САПР ТП	Сертификат № 3	Да

Заключение

Предложена методология управления подготовкой кадров к работе с САПР ТП, которая обеспечивает минимизацию угроз экономического, информационного, психологического, социального и дидактического характера.

Результаты использования методологии продемонстрированы на примере подготовки кадров к работе с САПР ТП в Южно-Уральском государственном университете и Азербайджанском техническом университете и включают следующие паттерны стратегического поведения:

- 1) выбор САПР ТП по критерию экономической безопасности;
- 2) использование текстовых и графических подсказок при вводе информации;
- 3) применение эффективных методов проектирования технологических процессов;
- 4) применение способов адаптации САПР ТП;
- 5) проектирование подготовки кадров по критерию дидактической безопасности.

Литература

1. Кондаков, А.И. САПР технологических процессов: учеб. для вузов / А.И. Кондаков. – М.: Академия, 2010. – 268 с.
2. Корчак, С.Н. Системы автоматизированного проектирования технологических процессов, приспособлений и режущих инструментов: учеб. для вузов / С.Н. Корчак, А.А. Кошин и др. – М.: Машиностроение, 1988. – 352 с.
3. Сазонова, Н.С. Системы автоматизированного проектирования технологических процессов. Ч. 1: Алгоритмизация технологического проектирования: учеб. пособие / Н.С. Сазонова, А.А. Кошин; под ред. А.А. Кошина. – Челябинск: Издат. центр ЮУрГУ, 2014. – 72 с.
4. Сазонова, Н.С. Системы автоматизированного проектирования технологических процессов. Ч. 2: САПР первого поколения: учеб. пособие / Н.С. Сазонова, А.А. Кошин; под ред. А.А. Кошина. – Челябинск: Издат. центр ЮУрГУ, 2014. – 301 с.
5. Информационная подготовка педагогов профессионального обучения в аспекте безопасности: моногр. / Е.А. Гнатьшина, С.А. Богатенков, Е.В. Гнатьшина, Н.В. Уварина. – Челябинск: Изд-во Челяб. гос. пед. ун-та, 2015. – 415 с.
6. Гельруд, Я.Д. Управление проектами: методы, модели, системы: моногр. / Я.Д. Гельруд, О.В. Логиновский; под ред. д-ра техн. наук, проф. А.Л. Шестакова. – Челябинск: Издат. центр ЮУрГУ, 2015. – 330 с.
7. Юсубов, Н.Д. Матричные модели точности обработки в многоинструментной токарной обработке / Н.Д. Юсубов // Технология машиностроения. – 2013. – № 1. – С. 57–63.

8. Богатенков, С.А. Опыт создания мультимедийной образовательной среды: машиностроение, торговля, образование / С.А. Богатенков // Информатика и образование. – 2014. – № 3. – С. 58–63.

9. Богатенков, С.А. Требования к информационной подготовке кадров в условиях применения систем автоматизированного проектирования / С.А. Богатенков, Н.Д. Юсубов // Концепт. – 2014. – № 2. – С. 1–5.

10. Богатенков, С.А. Система формирования информационной и коммуникационной компетентности: учеб. пособие / С.А. Богатенков. – Челябинск: Изд-во Челяб. гос. пед. ун-та, 2014. – 297 с.

11. Богатенков, С.А. Управление качеством информационной подготовки кадров по критерию безопасности: моногр. / С.А. Богатенков. – Челябинск: Челяб. фил. ВУНЦ ВВС «Военно-воздушная академия», 2015. – 185 с.

12. Богатенков, С.А. Проектирование безопасной информационной подготовки: моногр. / С.А. Богатенков. – Челябинск: Изд-во Челяб. гос. пед. ун-та, 2013. – 276 с.

13. Юсубов, Н.Д. Оптимизация планов обработки поверхностей на токарных автоматах / Н.Д. Юсубов, С.А. Богатенков // Изв. вузов. Машиностроение. – 1993. – № 10-12. – С. 118–121.

Богатенков Сергей Александрович, канд. техн. наук, доцент кафедры информационных технологий в экономике, Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск; ser-bogatenkov@yandex.ru.

Юсубов Низами Дамир оглы, д-р техн. наук, профессор кафедры технологии машиностроения, Азербайджанский технический университет, г. Баку; nizami_yusubov@mail.ru.

Поступила в редакцию 8 августа 2016 г.

DOI: 10.14529/ctcr160410

MANAGEMENT METHODOLOGY TRAINING TO WORK WITH COMPUTER-AIDED DESIGN OF TECHNOLOGICAL PROCESSES ON THE CRITERION OF SAFETY

S.A. Bogatenkov¹, ser-bogatenkov@yandex.ru,

N.D. Yusubov², nizami_yusubov@mail.ru

¹ South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation,

² Azerbaijan Technical University, Baku, Azerbaijan

The use of computer-aided design ensures the high efficiency of professional activity in the conditions of increase of requirements to the project scope and timeline for the preparation of production. However, the automation process is accompanied by increased risks of economic, informational, psychological, didactic and social nature.

The article discusses the methodology of management training to work with computer-aided design of technological processes on the criterion of safety. The proposed methodology is based on the principles of security classification the ICT competences, management model and behavior patterns (patterns). Among the patterns selected decision-making methods and methodology of safety assessment training based on the analysis of experience and application of mathematical models.

The methodology of safety management training to work with computer-aided design minimizes threats to economic, informational, psychological, social and didactic nature. The results of the use of this methodology is demonstrated on the example of training to work with the CAD system in the South Ural State University and Azerbaijan technical University.

Keywords: training, computer aided design, manufacturing processes, safety.

References

1. Kondakov A.I. *SAPR tehnologicheskikh processov: Uchebnik* [CAD Processes: Tutorial]. Moscow, Academy, 2010. 268 p.
2. Korchak S.N., Koshin A.A. *Sistemi avtomatizirovannogo proektirovaniia tehnologicheskikh processov, prispobleniy i rezchuschih instrumentov: Uchebnik* [Computer-Aided Technological Processes Design Fixtures and Cutting Tools: Tutorial]. Moscow, Mechanical Engineering, 1988. 352 p.
3. Sazonova N.S., Koshin A.A. *Sistemi avtomatizirovannogo proektirovaniia tehnologicheskikh processov. Ch. 1: Algoritmizaciia tehnologicheskogo proektirovaniia: uchebnoe posobie* [Computer Aided Design of Technological Processes. Part 1: Algorithmization of Technological Design: Tutorial]. Chelyabinsk, South Ural St. Univ. Publ., 2014. 72 p.
4. Sazonova N.S., Koshin A.A. *Sistemi avtomatizirovannogo proektirovaniia tehnologicheskikh processov. Ch. 2: SAPR pervogo pokoleniia: uchebnoe posobie* [Computer Aided Design of Technological Processes. Part 2: CAD of the First Generation: Tutorial]. Chelyabinsk, South Ural St. Univ. Publ., 2014. 301 p.
5. Gnatishina E.A., Bogatenkov S.A. *Informacionnaia podgotovka pedagogov professionalnogo obucheniia v aspekte bezopasnosti: Monografiya* [Awareness Training of Teachers of Vocational Training in the Aspect of Security: Monograph]. Chelyabinsk, Chel. St. Ped. Univ. Publ., 2015. 415 p.
6. Gelrud Ya.D., Loginovskiy O.V. *Upravlenie proektami: metody, modeli, sistemy. Monografiya* [Project Management: Methods, Models, Systems: Monograph]. Chelyabinsk, South Ural St. Univ. Publ., 2015. 330 p.
7. Yusubov N.D. [Matrix Models of Processing Accuracy in Multitool Turning]. *Mechanical Engineering Technology*, 2013, no. 1, pp. 57–63. (in Russ.)
8. Bogatenkov S.A. [Experience Creating Multimedia Educational Environments: Engineering, Commerce, Education]. *Informatics and Education*, 2014. no. 3. pp. 58–63. (in Russ.)
9. Bogatenkov S.A., Yusubov N.D. [Requirements for Informational Training in Terms of the Use of Computer-Aided Design]. *Concept*, 2014, no. 2, pp. 1–5. (in Russ.)
10. Bogatenkov S.A. *Sistema formirovaniya informatsionnoy i kommunikatsionnoy kompetentnosti: uchebnoe posobie* [System of Formation of Information and Communication Competence: Textbook]. Chelyabinsk, Chel. St. Ped. Univ. Publ., 2014. 297 p.
11. Bogatenkov S.A. *Upravlenie kachestvom informatsionnoy podgotovki kadrov po kriteriiu bezopasnosti: monografiya* [Quality Management Information Training Criterion Security]. Chelyabinsk, Chel. Branch of Air Force Academy Publ., 2015. 185 p.
12. Bogatenkov S.A. *Proektirovanie bezopasnoy informatsionnoy podgotovki: monografiya* [Designing Secure Information Training Monograph]. Chelyabinsk, Chel. St. Ped. Univ. Publ., 2013. 276 p.
13. Yusubov N.D., Bogatenkov S.A. [Optimization of Treatment Plans Surfaces on Turning Machines]. *News of Higher Education Institutions. Mechanical Engineering*, 1993, no. 10–12, pp. 118–121. (in Russ.)

Received 8 August 2016

ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Богатенков, С.А. Методология управления подготовкой кадров к работе с системами автоматизированного проектирования технологических процессов по критерию безопасности / С.А. Богатенков, Н.Д. Юсубов // Вестник ЮУрГУ. Серия «Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника». – 2016. – Т. 16, № 4. – С. 94–102. DOI: 10.14529/ctcr160410

FOR CITATION

Bogatenkov S.A., Yusubov N.D. Management Methodology Training to Work with Computer-Aided Design of Technological Processes on the Criterion of Safety. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Computer Technologies, Automatic Control, Radio Electronics*, 2016, vol. 16, no. 4, pp. 94–102. (in Russ.) DOI: 10.14529/ctcr160410