

**О состоянии и перспективе цифровизации
технологических дисциплин по направлению 12.03.01
Приборостроение (профиль «Технология приборостроения»)**

П. В. Петров^{1}, Д. М. Никулин¹*

¹ Сибирский государственный университет геосистем и технологий, г. Новосибирск,
Российская Федерация

* e-mail: krasko.petroff@yandex.ru

Аннотация. В статье рассматривается проблема цифровизации образовательных дисциплин технологического профиля. Приведены примеры определений понятия «цифровизация». Критически оценено определение цифровизации в образовании, данное в сети Интернет. Субъективным образом разработана примерная классификация этапов цифровизации технологических дисциплин. На основе фактических данных определен перечень этапов цифровизации по каждой из технологических дисциплин в учебном плане подготовки бакалавров очной формы по кафедре фотоники и приборостроения СГУГиТ по направлению 12.03.01 Приборостроение, профиль «Технология приборостроения» (для набора 2021 года). Кроме того, обсуждены состояние и перспективы выполнения каждого из этапов цифровизации технологических дисциплин. В целом, результаты получены на основе системного анализа и опроса преподавателей-технологов СГУГиТ.

Ключевые слова: цифровизация, этапы, состояние, перспективы, технологическая дисциплина, технология приборостроения

**About the State and Prospects of Digitalization
of Technological Disciplines in the Direction of 12.03.01
Instrument Engineering (Profile «Instrument Engineering Technology»)**

P. V. Petrov^{1}, D. M. Nikulin¹*

¹ Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk,
Russian Federation

* e-mail: krasko.petroff@yandex.ru

Annotation. The article deals with the problem of digitalization of educational disciplines of technological profile. Examples of definitions of the concept of "digitalization" are given. The definition of digitalization in education given on the Internet is critically evaluated. An approximate classification of the stages of digitalization of technological disciplines has been subjectively developed. Based on the actual data, a list of stages of digitalization for each of the technological disciplines in the curriculum for full-time bachelors in the Department of Photonics and Instrumentation of SSUGiT in the direction of 12.03.01 Instrumentation, profile "instrumentation technology" (for the set of 2021) is determined. In addition, the state and prospects of implementation of each of the stages of digitalization of technological disciplines were discussed. In general, the results were obtained on the basis of a system analysis and a survey of teachers-technologists of SSUGiT.

Keywords: digitalization, stages, state, prospects, technological discipline, instrumentation technology

Введение

Для начала выясним, что понимается под термином «цифровизация». Цифровизация, в целом – это «внедрение электронно-вычислительной техники во все сферы жизнедеятельности человека» [1], или – «автоматизация ранее ручных

и бумажных процессов путем оцифровки информации» [2]. Цифровизация в образовании определяется, как «переход на электронную систему обучения, чтобы сделать учебный процесс четче, прозрачней, эффективней» [3]. И далее, там же идет дополнение: «Профессия учителя будет упразднена: дети будут сами изучать материал по обучающим программам, которые будут проверять, как усвоены знания». Соглашаясь, в общем и целом с определением цифровизации в образовании, авторы статьи категорически не согласны с дополнением к определению и уверены, что сама жизнь это утверждение опровергнет.

Под цифровизацией дисциплины будем понимать электронную версию дисциплины, которая обеспечивает поэтапное ее совершенствование на основе применения вычислительной техники и цифровой обработки информации.

Общие вопросы цифровизации производственной и образовательной деятельности в приборостроении были рассмотрены ранее [4]. В данной статье пойдет речь о состоянии и перспективе цифровизации технологических дисциплин по направлению 12.03.01 Приборостроение (профиль «Технология приборостроение»), которые преподаются на кафедре фотоники и приборостроения (ФиП) СГУГиТ.

Методы и материалы

Для получения результатов были использованы метод системного анализа, данные опроса преподавателей-технологов кафедры ФиП СГУГиТ, а также содержание учебного плана подготовки бакалавров по направлению Приборостроение, профиль «Технология приборостроения» (набор 2021 года).

Результаты

Очевидно, что цифровизация может иметь ощутимый эффект если будет проводиться системно. В данном случае цифровизация должна затрагивать не только каждую технологическую дисциплину в отдельности, но и весь блок технологических дисциплин во взаимосвязи, как систему. Цифровизация связей между дисциплинами предполагает преемственность [5] электронных материалов, их унификацию и взаимопроникновение в виде разумного дублирования для повторения учебного материала.

Примерная классификация этапов цифровизации технологических дисциплин выполнена авторами субъективным образом и предусматривает семь позиций. Первые два этапа выполняются последовательно. Следующие пять этапов могут выполняться как последовательно, так и одновременно, в разных сочетаниях. Очередность этапов, от меньшего к большему, отражает увеличение сложности цифровизации технологических дисциплин. Заключение о направленности усложнения сделано авторами произвольно, на основе общих представлений.

Э1. Преобразование исходной информации в электронный вид (например, с помощью электронных текстовых и графических редакторов, а также сканеров).

Э2. Электронная передача информации (например, с помощью авторской управляющей программы, электронной почты, WhatsApp, TeamViewer, Zoom).

Э3. Электронное тестирование и автоматическая оценка качества решения теста (например, средствами ЭИОС СГУГиТ с применением, в частности гаджетов [6]).

Э4. Моделирование исходной информации (например, с помощью имитационной системы учебного гибкого сборочного модуля, в которой модель поведения манипулятора строится по результатам действия управляющей программы, разработанной обучающимся или преподавателем [7, 8]).

Э5. Наполнение электронных баз данных и знаний, а также применение их для выбора, ранжирования, классификации [9] и других действий над технологической информацией (например, средствами системы T-Flex).

Э6. Вывод расчетных функций на основе статистической обработки исходной информации (например, построение корреляционных уравнений на основе регрессионно-корреляционного анализа с помощью приложений системы Excel [10, 11]).

Э7. Разработка и применение элементов экспертных систем специального назначения (например, в области оптики [12], металлообработки, материаловедения, покрытий) или интегрированного типа (для оптико-электронного приборостроения).

Состав технологических дисциплин по семестрам с указанием выполненных этапов цифровизации по каждой из дисциплин приведен в табл. 1.

При формировании табл. 1 были сделаны нижеследующие пять допущений.

1. В число технологических дисциплин не включены дисциплины для преподавания так называемой «технологии оформления» (например, такие дисциплины, как «информационные системы и технологии»; «компьютерная и инженерная графика»; «компьютерные технологии в приборостроении»).

2. В число технологических дисциплин включены также альтернативные дисциплины по выбору.

3. В число технологических дисциплин включены учебные и производственные практики.

4. Если дисциплина читается несколько семестров, то в каждом семестре она рассматривается как самостоятельная дисциплина.

5. В столбце «№№ семестра» отсутствует третий семестр, в котором технологические дисциплины не преподаются.

Таблица 1

Состав технологических дисциплин очной формы обучения бакалавров-технологов с указанием этапов цифровизации каждой из дисциплин

| № семестра | Наименование технологической дисциплины | Состав этапов цифровизации дисциплины |
|------------|--|---------------------------------------|
| 1 | Введение в профессиональную деятельность | Э1, Э2 |
| 2 | Материаловедение | Э1, Э2, Э3 |
| 4 | Оптические технологии и материалы | Э1, Э2 |
| | Технология конструкционных материалов | Э1, Э2, Э3 |
| | Средства технического контроля качества изделий и материалов | Э1, Э2 |
| | Современные материалы в приборостроении | Э1, Э2 |
| | Материалы электронной техники | Э1, Э2, Э3 |
| | Технология тонких пленок | Э1, Э2 |
| | Механизация и автоматизация технологических процессов | Э1, Э2, Э4 |
| | Учебная практика | Э1, Э2 |
| 5 | Оптические технологии и материалы | Э1, Э2 |
| | Технология конструкционных материалов | Э1, Э2, Э3 |
| | Технология приборостроения | Э1, Э2, Э3 |
| 6 | Оптические технологии и материалы | Э1, Э2 |
| | Технология приборостроения | Э1, Э2, Э3 |
| | Машины и технологическое оборудование | Э1, Э2, Э3 |
| | Оборудование оптических цехов | Э1, Э2 |
| | Производственная практика: НИР | Э1, Э2 |
| | Производственно-технологическая практика | Э1, Э2 |
| 7 | Организация технического контроля на предприятии | Э1, Э2 |
| | Сопровождение производства изделий в приборостроении | Э1, Э2 |
| | Технология приборостроения | Э1, Э2, Э3 |
| | Технология сборки оптических приборов | Э1, Э2, Э3 |
| | Основы проектирования технологической оснастки | Э1, Э2 |
| | Разработка и оформление технологических проектов | Э1, Э2 |
| | Разработка маршрутно-операционной технологии | Э1, Э2 |
| | Техническое нормирование станочных работ | Э1, Э2 |
| 8 | Сервисное обслуживание в приборостроении | Э1, Э2 |
| | Оптико-электронные приборы в приборостроении | Э1, Э2 |
| | Технология сборки оптических приборов | Э1, Э2, Э3, Э4 |
| | 3D-прототипирование в приборостроении | Э1, Э2 |
| | Производственно-эксплуатационная практика | Э1, Э2 |
| | Производственная: преддипломная практика | Э1, Э2, Э6 |

Обсуждение

В общей сложности число технологических дисциплин в учебном плане подготовки бакалавров очной формы по кафедре ФиП СГУГиТ по направлению

12.03.01 Приборостроение, профиль «Технология приборостроения» (для набора 2021 года) составляет 33 единицы (54 % от общего числа дисциплин).

100% технологических дисциплин прошли два первых этапа цифровизации (Э1, Э2), т.к. все основные виды учебных материалов по каждой дисциплине переведены в электронный вид. Причем выполнение первого этапа автоматически гарантирует выполнение второго.

Третий этап цифровизации (Э3) прошли 10 (30,3 %) технологических дисциплин. Охват остальных дисциплин электронным тестированием вопрос времени, и сложности не представляет. Потребность в оперативном, автоматическом и объективном тестировании очевидна. Единственно, что может обсуждаться, так это необходимость применения электронного тестирования для выставления экзаменационной оценки.

Четвертый этап цифровизации (Э4) прошли только две (6,1 %) технологические дисциплины, и то благодаря встроенной имитационной модели в учебный сборочный модуль, который в свое время был приобретен для кафедры технологии. Данный программируемый сборочный модуль применяется в дисциплинах «Технология сборки оптических приборов» и «Механизация и автоматизация технологических процессов». Необходимость имитационного моделирования производственных действий в технологических дисциплинах вызвана отсутствием на кафедре материальных средств технологического оснащения по причине ограниченных финансовых возможностей. С другой стороны данное моделирование требует соответствующих знаний и умений, и потому вызывает трудности, а значит, перспективы данного этапа цифровизации не оптимистичны.

Пятый этап цифровизации (Э5) не прошла ни одна технологическая дисциплина, хотя потребность в создании электронных баз данных и знаний есть. Систематизация технологической информации актуальна в виду большого разнообразия, необходимости устранения ее дефектов и обеспечения достоверности. Работа над реализацией данного этапа цифровизации не сложна, но трудоемка.

Шестой этап цифровизации (Э6) прошла всего одна (3%) технологическая дисциплина («производственная: преддипломная практика») при выполнении одной из выпускных квалификационных работ [11]. Считаем, что данный этап перспективен для предварительной количественной оценки качества принимаемых технологических решений, особенно на ранних этапах технологического проектирования. Работа над выполнением данного этапа цифровизации сложна и трудоемка. Сложность – в получении достоверной производственной информации с обеспечением достаточной статистической выборки.

Седьмой этап цифровизации (Э7) связан с созданием элементов экспертных систем и является самым сложным. Его не прошла ни одна технологическая дисциплина. Необходимость проведения этапа состоит в объединении разрозненной информации в систему и подготовке квалифицированного комментария к любым

принимаемым технологическим решениям. На сегодня выполнение данного этапа невозможно из-за отсутствия трех составляющих: соответствующего программного обеспечения, специалиста в данной области, а также специализированных баз данных и знаний по технологии приборостроения.

Заключение

Успешность цифровизации технологических дисциплин определяется многими факторами, в том числе, последовательностью и системностью в решении поставленной задачи. Во многом этапы цифровизации технологических дисциплин схожи с этапами цифровизации любых технических дисциплин. Конечно, особенности технологической природы дисциплин влияют на процесс и результат, однако эти особенности будут тем сильнее себя проявлять, чем сложнее будут технологические задачи, анализируемые в соответствующих технологических дисциплинах.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Цифровизация простыми словами. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://yandex.ru/search/?clid=2186621&text=цифровизация+это+простыми+словами&lr=&redircnt=1643262909.1> – Загл. с экрана.
2. Что такое цифровизация. [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://yandex.ru/q/question/chto_takoe_tsifrovizatsiia_c4f6c216/ – Загл. с экрана.
3. Цифровизация. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.gd.ru/articles/10334-tsifrovizatsiya> – Загл. с экрана.
4. Петров П.В., Ушаков О.К. Перспективы цифровизации образования по направлению подготовки 12.03.01 Приборостроение // Актуальные вопросы образования. Современный университет как пространство цифрового мышления [Текст] : сб. материалов Международной научно-методической конференции, 28–30 января 2020 года, Новосибирск. В 3 ч. Ч. 3. – Новосибирск : СГУГиТ, 2020. – С. 60-64.
5. Петров П.В., Ушаков О.К., Павленко В.А. Преимущество содержания практик в учебных планах направлений подготовки бакалавров 12.03.01 Приборостроение, 12.03.02 Оптическое приборостроение, 27.03.05 Инноватика // Актуальные вопросы образования. Современные тренды непрерывного образования в России [Текст] : сб. материалов Междунар. научно-метод. конф., 25-28 февраля 2019 года, Новосибирск. В 3 ч. Ч. 1. – Новосибирск : СГУГиТ, 2019. – С. 190-194.
6. Петров П.В. Гаджет как средство цифровизации информации в НИРС // Актуальные вопросы образования. Современный университет как пространство цифрового мышления [Текст] : сб. материалов Международной научно-методической конференции, 28–30 января 2020 года, Новосибирск. В 3 ч. Ч. 2. – Новосибирск : СГУГиТ, 2020. – С. 31-34.
7. Детковский С.С. Анализ и пути совершенствования учебного программируемого сборочного модуля/ Выпускная квалификационная работа по направлению 12.03.01 Приборостроение, Новосибирск, СГУГиТ, 2017. – 46 с.
8. Калистратов А.А. Виртуальная модернизация программируемого гибкого сборочного модуля для образовательных целей/Выпускная квалификационная работа по направлению 12.03.01 Приборостроение, Новосибирск, СГУГиТ, 2020. – 41 с.
9. Петров П.В., Гавриченко Н.Е. Анализ и классификация обрабатывающих центров для изготовления деталей механической части оптических приборов // Интерэкспо ГЕО-Сибирь. XVI Междунар. науч. конгр., 18 июня – 8 июля 2020 г., Новосибирск [Текст] : сб. материалов

в 8 т. Т. 6 : Магистерская научная сессия «Первые шаги в науке». – Новосибирск : СГУГиТ, 2020. – С. 91-98.

10. Бараз В.Р. Использование MS Excel для анализа статистических данных : учеб. пособие / В. Р. Бараз, В. Ф. Пегашкин; М-во образования и науки РФ; ФГАОУ ВПО «УрФУ им. первого Президента России Б.Н.Ельцина», Нижнетагил. техн. ин-т (филиал). – 2-е изд., перераб. и доп. – Нижний Тагил : НТИ (филиал) УрФУ, 2014. – 181 с

11. Никитин К.С. Разработка модели расчёта неполного штучного времени изготовления детали для заданного станка с применением регрессионного анализа/ Выпускная квалификационная работа по направлению 12.03.01 Приборостроение, Новосибирск, СГУГиТ, 2019. – 48 с.

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

© П. В. Петров, Д. М. Никулин, 2022