

## **ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫМ СТАНОВЛЕНИЕМ СТУДЕНТА В ПРОЦЕССЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ**

*М.Н. Краснянский<sup>1</sup>, А.И. Попов<sup>2</sup>, А.Д. Обухов<sup>3</sup>, С.В. Карпушкин<sup>4</sup>*

<sup>1, 2, 3, 4</sup> Тамбовский государственный технический университет

Россия, 392000, г. Тамбов, ул. Советская, 106

<sup>2</sup> E-mail: olimp\_popov@mail.ru

### **АННОТАЦИЯ**

*Статья посвящена разрешению проблемных моментов повышения качества высшего образования и обеспечения обучающимся возможности максимально использовать свой интеллектуальный и креативный потенциал для профессионального становления в процессе самостоятельной работы.*

*Проведен анализ организации учебного процесса и выявлены проблемные моменты реализации принципов индивидуализации и развивающего обучения. Обоснована необходимость развития креативности как ключевой характеристики конкурентоспособного специалиста, исследованы основные подходы к ее определению и развитию. Механизм становления креативности студентов в процессе самостоятельной работы разрабатывался с учетом работ Д.Б. Богоявленской, Н.Ф. Вишняковой, Т.А. Барышевой.*

*Исследование основывалось на обобщении и развитии в контексте цифровизации профессионального образования опыта организации самостоятельной работы и творческого саморазвития студентов Тамбовского государственного технического университета. Было проведено математическое моделирование процесса управления профессиональным становлением студентов.*

*По результатам исследования сформулированы ключевые индикаторы, характеризующие текущий уровень сформированности компетенций, и разработаны концептуальные положения индивидуализации обучения в рамках организованной самостоятельной работы обучающихся на основе принципов развивающего обучения. Осуществлена формализация, математическое моделирование и обоснована методология проектирования адаптивной информационной системы управления профессиональным становлением студента в процессе самостоятельной работы. Поставлена задача оптимизации самостоятельной работы и предложено несколько вариантов критерия оптимизации, позволяющих*

---

<sup>1</sup> Краснянский Михаил Николаевич, доктор технических наук, профессор, ректор.

<sup>2</sup> Попов Андрей Иванович, кандидат педагогических наук, доцент, начальник отдела электронного обучения.

<sup>3</sup> Обухов Артем Дмитриевич, кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры «Компьютерно-интегрированные системы в машиностроении».

<sup>4</sup> Карпушкин Сергей Викторович, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Компьютерно-интегрированные системы в машиностроении».

*обеспечить максимальную удовлетворенность как сообщества работодателей, так индивида в получении качественного конкурентоспособного технического образования.*

*Разработанные подходы к формализации процессов организации обучения и математическому моделированию процесса профессионального становления, к определению сложности заданий и совершенствованию текущих способностей обучающегося через переход от зоны развития к зонам ближайшего и последующего развития представляют существенную теоретическую и практическую значимость для повышения качества системы высшего образования.*

**Ключевые слова:** *профессиональное образование, творческие способности, индивидуализация образования, развивающее обучение, оптимизация, адаптивное управление.*

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-013-00567 с использованием вычислительного оборудования ЦКП «Цифровое машиностроение».*

## **Введение**

Инновационные преобразования в экономике и активная цифровизация всех процессов предопределяют повышенный спрос на рынке труда на специалистов, готовых к проявлению профессиональной креативности и способных реализовывать продуктивные и технологические инновации в реальном секторе экономики [1, 2]. Организация образовательного процесса в соответствии с вводимыми в действие актуализированными стандартами (ФГОС ВО 3++) предполагает учет потребностей потенциальных работодателей, отраженных в профессиональных стандартах. Для обеспечения конкурентоспособности профессионального образования необходимо изменить и структуру контактной работы в системе профессионального образования, методы и технологии организации самостоятельной работы. Основной акцент при этом должен быть сделан на осознанное участие обучающегося вуза в проектировании своей образовательной траектории, обеспечивающей формирование наиболее необходимых сообществу работодателей профессиональных компетенций и готовности к выполнению трудовых функций [3–5]. Это предполагает организацию творческого развития студентов в процессе самостоятельной работы, получение ими базовых знаний в новых сферах деятельности и максимальное проявление интеллектуальных и креативных способностей. В соответствии с тенденциями развития высшего образования актуализируется необходимость внедрения педагогических инноваций, касающихся как психолого-педагогических методик обучения, так и управления взаимодействием участников образовательного процесса и оптимизации использования инструментально-педагогических средств [6–8]. Сказанное предопределяет необходимость разработки информационной системы управления профессиональным

становлением студента на всех этапах [9–11], и прежде всего в процессе самостоятельной работы.

## 1. Обзор литературы

Инженерное образование имеет давние традиции, обеспечивающие формирование элитных специалистов для экономики, готовых к созданию высокопроизводительных технических систем [1–4]. В то же время можно выделить ряд проблемных моментов в современной подготовке инновационных кадров.

Особенности организации учебного процесса, обусловленные традиционными подходами (групповая работа на лекциях, практических и семинарских занятиях) и ограниченностью финансирования индивидуальной работы студентов, приводят к недостаточной эффективности контактной работы, которая в настоящее время является ключевой в получении качественного профессионального образования. Преподаватель достаточно часто при проектировании рабочей программы и проведении занятий вынужден ориентироваться на среднестатистического студента (а зачастую и достаточно слабо подготовленного), его уровень способностей и желаний осваивать данную учебную дисциплину. Данный подход обеспечивает освоение основной профессиональной образовательной программы (ОПОП) в соответствии с ФГОС ВО на пороговом уровне всеми студентами, но создает определенные трудности при подготовке технической элиты для нужд инновационной региональной экономики и научно-исследовательских организаций. Часть обучающихся, имеющих более высокий уровень интеллекта и продвинутый начальный уровень подготовки, при фронтальном изложении учебного материала или во время совместной деятельности по решению задач, освоив новые понятия и выполнив учебные задания ранее других, будут откровенно скучать и переключаться на не связанные с изучаемой дисциплиной виды деятельности или просто общение. Это во многом определяется недостаточным уровнем внутренней мотивации таких обучающихся (и прежде всего из-за неполного осознания взаимосвязи текущей учебной деятельности с успешностью своей профессиональной реализации), а также низкой сформированностью у части из них способности к эффективному самоменеджменту. В итоге наиболее способные обучающиеся, опередив своих коллег в выполнении отдельных этапов учебной работы, будут создавать в дальнейшем своим поведением деструктивную фацилитацию, обеспечивая психологический дискомфорт для менее способных или подготовленных обучающихся. Организация образовательного процесса, не учитывающая возможности одаренных студентов, приводит к снижению качества их образования и торможению развития творческих способностей, определяющих в профессиональной деятельности успешность осуществления инновационных проектов.

При небольшом количестве обучающихся при проведении занятий опытным методистом, знающим психологические особенности каждого студента, рассмотренная проблема решается посредством выдачи каждому осваивающему дисциплину молодому человеку того задания для самостоятельного выполнения во время контактной работы, которое учитывает его возможности и немного превышает текущий уровень его подготовки для создания устойчивой познавательной мотивации [9]. В условиях больших групп и потоков преподавателю уже значительно сложнее и более трудоемко реализовывать данный подход. Определенную проблему представляет и неструктурированность методических материалов и инструментально-педагогических средств в виде творческих заданий различной сложности, и недостаточная проработанность самой технологии индивидуализации обучения и применения принципов развивающего обучения в системе профессионального образования. С учетом специфики формирования научно-педагогических кадров в высших учебных технических заведениях данный подход применяется чаще на основе интуитивных представлений преподавателя о повышении эффективности педагогической деятельности.

Развитие креативности, выход на эвристический или креативный уровень проявления интеллектуальной активности является основной задачей системы образования, решаемой на различных этапах становления личности человека [12–14]. Проблеме развития креативности студентов технических направлений подготовки уделяется в настоящее время большое внимание как российскими педагогами [15], так и специалистами других стран [16, 17].

Для максимального использования всего учебного времени и развития каждого студента в соответствии с его потребностями и способностями, а также с учетом ограниченности дополнительного финансирования деятельности вузов и значительной загруженности преподавателей учебной, методической и научной работой целесообразно частично автоматизировать управление образовательной деятельностью обучающихся и разработать информационную систему управления профессиональным становлением студента, позволяющую преподавателю реализовывать свой креативно-педагогический потенциал [18].

Теоретическая база исследования процесса профессионального становления в процессе самостоятельной работы строилась на основе источников, представляющих совокупность научных положений о природе, характере, видах творчества, способах его познания (Д.Б. Богоявленская, А.Н. Леонтьев, Я.А. Пономарев) [12], отвечающих на вопрос о творческой сущности личности, сути творческого потенциала, творческого мышления, творческих способностей, иных творческих характеристик (В.И. Андреев, Д.Б. Богоявленская, Н.Ф. Вишнякова, Т.А. Барышева, В.Н. Дружинин) [12–14,19], методах и способах активизации процесса обучения (А.А. Вербицкий) [20].

## **2. Материалы и методы**

Исследование основывалось на обобщении и развитии в рамках цифровизации профессионального образования опыта организации самостоятельной работы и творческого саморазвития студентов Тамбовского государственного технического университета.

Для решения поставленных задач были использованы такие методы исследования, как восхождение от абстрактного к конкретному; анализ, синтез, абстрагирование и идеализация; моделирование и конкретизация педагогических явлений; теоретико-методологический анализ психолого-педагогических, философских, социологических и специальных источников по исследуемой теме (историографический, сравнительно-сопоставительный методы); изучение программных документов, определяющих содержание высшего образования при реализации компетентностного подхода и цифровизации образования; системный подход; непосредственное и опосредованное наблюдение за процессом творчества студентов и уровнем их интеллектуальной активности при выполнении самостоятельной работы, метод анализа результатов деятельности; изучение и обобщение педагогического опыта профессионального становления студентов в процессе самостоятельной работы. Было осуществлено математическое моделирование процесса профессионального становления и творческого саморазвития при использовании потенциала цифрового образовательного пространства.

## **3. Результаты исследования**

Особое внимание в контексте ориентации личности на непрерывное совершенствование и достижение профессиональных вершин имеет оптимальная организация как самостоятельной внеучебной работы студента, так и его информального образования, а также сопровождение проектирования обучающимися своей образовательной траектории в объемах и по направлениям, превышающим требования ФГОС ВО, профессиональных стандартов и реализуемых в вузе ОПОП. Остановимся подробнее на оптимизации самостоятельной работы обучающихся. В соответствии с графиком освоения ОПОП и рабочей программой учебной дисциплины на каждую учебную неделю отводится определенное количество часов на самостоятельную работы и планируется некое содержание учебной дисциплины, которое должно быть освоено среднестатистическим студентом. Данное планирование не учитывает как уровень способностей конкретного студента, его внутреннюю мотивацию, так и успешность прохождения им предшествующих модулей дисциплины в данном семестре, результативность освоения других дисциплин. В реальности данные факторы будут определять, какое количество времени может студент на данной

неделе потратить на самостоятельное изучение учебной дисциплины, какого уровня трудности новый материал и задания ему могут быть предложены.

В контексте рассмотренных особенностей организации профессионального образования можно провести моделирование процесса организации профессионального становления:

- во время самостоятельного выполнения заданий в рамках контактной аудиторной работы;
- при внеаудиторной самостоятельной работе обучающихся по формированию компонентов компетенций в электронной образовательной среде.

Базовым принципом функционирования данных моделей будет обеспечение каждого обучающегося заданием повышенной сложности (по сравнению с имеющимся у него уровнем знаний и умений) с учетом его способностей, мотивационной готовности и ограниченности ресурсов, что обеспечит реализацию принципа развивающего обучения. Реализация данного подхода предполагает разработку базы творческих заданий по каждой дисциплине, в которых будет отражена как направленность на формирование компетенции в соответствии с требованиями образовательных стандартов, так и профессиональный контекст, обеспечивающий формирование готовности к выполнению обобщенных трудовых функций, сформулированных в профессиональных стандартах.

Рассмотрим математическую модель организации профессионального становления студентов при самостоятельном выполнении заданий во время контактной аудиторной работы при консультационном взаимодействии с преподавателем. Необходимость использования такой технологии обучения студентов обусловлена тем, что, разбирая выполнение какой-либо профессиональной задачи совместно с группой, обучающийся не полностью осознает логику и особенности осуществления данного компонента трудовой функции. Данная проблема может быть решена только вовлечением каждого обучающегося в деятельность, что, в свою очередь, предполагает индивидуализацию обучения и соответственно предлагаемых заданий. Исходной информацией для построения программы познавательной деятельности всех обучающихся будет:

- общий уровень освоения компетенций и этап изучения дисциплины в соответствии с ОПОП и рабочей программой;
- имеющиеся у обучающихся временные и материальные ресурсы для выполнения заданий;
- подлежащие формированию на данном занятии (фрагменте занятия) компоненты профессиональных и универсальных компетенций  $K_0$ .

В формализованном виде запишем модель организации профессионального становления студентов  $MDE$  следующим образом:

$$MDE(S, RES, D) = K,$$

$$K_0 \subset K,$$

где  $S = \{s_i\}$  – множество студентов, характеризующееся уровнем развития их способностей и степенью освоения учебной программы;

$RES = (TR, MR)$  – множество ресурсов для выполнения заданий (временных  $TR$  и материальных  $MR$ );

$D = \{d_j\}$  – множество дисциплин;

$K$  – множество профессиональных и универсальных компетенций, включая множество компетенций  $K_0$ , требующих формирования.

Каждой дисциплине соответствуют множества заданий  $Z_j$  в рамках этой дисциплины и множество компетенций  $K_j^D$ , которые она развивает:

$$d_j = (Z_j, K_j^D).$$

Таким образом, в процессе организации профессионального становления мы должны сформировать необходимый набор компетенций, учитывая имеющиеся ресурсы и уровень освоения дисциплин и компетенций. И здесь возникает проблема оценки как этого уровня, так и необходимых для осуществления процесса обучения инструментально-педагогических средств в виде творческих заданий.

Нацеленность на приоритетность формирования универсальных компетенций предполагает больший упор в выборе задания на используемые студентом формы и методы работы. Формирование же профессиональных компетенций предопределяет более глубокую взаимосвязь содержания задания с реальной проблемной ситуацией, характерной для соответствующей профессии или вида деятельности. Данная информация позволяет выбрать из базы данных только те задания, которые способствуют (на различном уровне освоения) достижению образовательных целей занятия. В качестве базы данных могут быть использованы как образовательные ресурсы самой образовательной организации, так и размещенные в открытом доступе в цифровом пространстве.

Сложность заданий в рамках каждой дисциплины задается следующим отношением:

$$z_{jm} = (cz_{jm}, dz_{jm}),$$

$$z_{jm} \in Z_j,$$

где  $cz_{jm}, dz_{jm}$  – содержание задания и его относительная сложность (например, в диапазоне от 0 до 100) соответственно.

Индивидуализация обучения и его развивающий характер могут быть достигнуты посредством учета персональной информации по каждому студенту:

– уровня интеллектуальных и креативных способностей, необходимых для выполнения заданий;

– успешности выполнения самостоятельных заданий на предшествующих занятиях (время выполнения и степень достижения результата).

Качественное определение способностей обучающихся в настоящее время затруднено, отчасти из-за трудоемкости психологических методик (например, определение креативности) и недостатка профессиональных психологов в вузах, отчасти из-за правовых ограничений, препятствующих использованию подобной информации при управлении учебным процессом. Отметим, что достаточно большое значение имеют психологические особенности личности: уровень интроверсии/экстраверсии, тип характера, преобладание логики или воображения в интеллекте и т. д. Точную оценку личности на основе данных метрик получить затруднительно, но экспертная оценка позволяет определить те формы обучения, что наиболее комфортны личности с точки зрения ее характера.

В настоящее время в большинстве высших учебных заведений реализуется в том или ином виде балльно-рейтинговая система (БРС) оценки достижений обучающихся, текущие показатели которой с достаточной степенью точности для данного компонента учебного процесса могут быть использованы для определения способностей студента. С учетом того, что каждый преподаватель исходя из локальных педагогических целей сам разрабатывает технологию использования БРС по конкретной дисциплине, на первом этапе построения математической модели организации развивающего обучения возможно использовать данные БРС в виде следующих компонентов:

- абсолютное значение оценки достижений обучающегося по данной дисциплине, определяющее возможное превышение сложности предлагаемых студенту заданий над имеющимся у него уровнем знаний и умений;
- относительная доля набранных баллов в текущем семестре по данной учебной дисциплине от максимально возможного к данному периоду при базовом уровне освоения компетенций, что в основном характеризует успешность изучения данной дисциплины;
- относительная доля набранных баллов в текущем семестре по всем дисциплинам от максимально возможного к данному периоду при базовом уровне освоения компетенций, что в основном характеризует универсальные способности к познавательной деятельности и способность к самоорганизации;
- относительная доля всех ранее набранных баллов в БРС к среднему показателю по студенческой группе, определяющая отклонение способностей от данных среднестатистического студента (рассматривая распределение студентов в группе по способностям как нормальное); наличие данных независимого контроля сформированных компетенций (например, в виде Интернет – экзаменов, проверки знаний на платформах открытого образования и др.) необходимо использовать для корректировки данного показателя.

На основе вышеизложенного можно сформировать основные характеристики студента в модели организации развивающего обучения:

$$s_i = (PS_i, TR_i, PRS_i),$$

где  $PS_i$  – множество психологических особенностей студента, получаемых в ходе экспертной оценки по ряду показателей (уровень интеллекта и креативности, нравственно-волевые качества, стиль мышления, коммуникативные особенности и т. д.);

$TR_i$  – временные ресурсы студента как в рамках учебной деятельности, так и во внеурочное время;

$PRS_i$  – множество оценок БРС, характеризующих успеваемость студента. Выше мы уже рассматривали основные компоненты БРС, теперь представим их в формализованном виде:

$$PRS_i = (AR_i, RR_i^{ALL}, RR_i^D, RR_i^S),$$

где  $AR_i = \{ar_{ijk}\}$  – множество абсолютных оценок достижений  $i$ -го студента по  $j$ -го дисциплине за  $k$ -й период;

$RR_i^D = \{rr_{ijk}^D\}$  – множество относительных оценок набранных баллов  $i$ -го студента по  $j$ -й дисциплине от максимально возможного в  $k$ -ом периоде;

$RR_{ik}^{ALL} = \{rr_{ik}^{ALL}\}$  – множество относительных оценок набранных баллов  $i$ -го студента по всем дисциплинам от максимально возможного в  $k$ -м периоде;

$RR_i^S$  – множество относительных оценок, набранных  $i$ -м студентом за весь период, к среднестатистическим данным по группе.

Приведем расчетные формулы для получения вышеперечисленных оценок:  
– абсолютная оценка достижений в рамках дисциплины:

$$ar_{ijk} = \sum_{m=1}^{M_j} O(s_i, z_{jm}),$$

где  $O(s_i, z_{jm})$  – результат оценки студента  $s_i$  за выполнение (или невыполнение) задания (мероприятия в БРС)  $z_{jm} \in Z_j$ ;

– относительная оценка набранных баллов по отдельной дисциплине за выбранный период:

$$rr_{ijk}^D = \frac{ar_{ijk}}{d_{jk}^{\max}},$$

где  $d_{jk}^{\max}$  – максимально возможная оценка по  $j$ -й дисциплине в  $k$ -м периоде (при базовом уровне освоения компетенций);

– относительная оценка набранных баллов по всем дисциплинам за отдельный период:

$$rr_{ik}^{ALL} = \frac{\sum_{j=1}^J ar_{ijk}}{\sum_{j=1}^J d_{jk}^{\max}};$$

– оценка отклонения от среднестатистического значения набранных баллов за весь период обучения:

$$RR_i^S = \frac{\sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K ar_{ijk}}{RR_i^S},$$

$$\overline{RR_i^S} = \frac{\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K ar_{ijk}}{I},$$

где  $\overline{RR_i^S}$  – значение абсолютных оценок среднестатистического студента.

С учетом того, что при организации самостоятельной работы на занятиях определяющее значение имеет не только результат освоения модулей дисциплины, но и скорость такой деятельности, и уровень выполнения практических заданий ранее, необходимо учитывать предшествующую самостоятельную работу студента по данной дисциплине. Данная информация будет представлена в виде множества предлагавшихся студенту ранее заданий, по каждому из которых имеются данные о получении верного результата (или его части) и времени, затраченном на это, а также зафиксирована его способность к корректировке своей деятельности после указаний преподавателя или информационной системы и времени на такое действие. Таким образом, мы подходим к понятию оценки зоны развития, позволяющей оценить спектр задач, которые студент способен решить при текущем уровне способностей. Задачи повышенной сложности, расположенные вне этой зоны, позволяют активизировать мыслительный процесс и поддерживать интерес студента к дисциплине на высоком уровне. Для определения зоны ближайшего развития воспользуемся следующим отношением:

$$vd_{ij} = EF(BRS_i, SP_{ij}),$$

$$SP_{ij} = \{(z_{jm}, t_{jm}, cd_{jm})\},$$

где  $vd_{ij}$  – зона развития в рамках дисциплины  $d_j$ ;

$EF$  – функция, ставящая в соответствие показателям студента в БРС и информации о ранее решенных задачах некоторое значение в заданном диапазоне (например, от 0 до 100), соответствующее зоне развития студента  $s_i$ ;

$SP_{ij}$  – множество данных о завершенных студентом заданиях, включая сами задания  $z_{jm}$ , время выполнения  $t_{jm}$  и оценку правильности решения  $cd_{jm}$ .

Таким образом, можно говорить, что задание  $z_{jm}$  с заданной сложностью  $dz_{jm}$  может быть успешно решено студентом  $s_i$  с зоной развития  $vd_{ij}$  равной или большей, чем сложность задания.

Результатом моделирования развивающего обучения на практических занятиях будет программа образовательной деятельности каждого обучающе-

гося в виде комплекса заданий (задач), обеспечивающих максимально эффективное использование времени занятия для формирования требуемых компонентов компетенций. Данная программа будет корректироваться в режиме реального времени в зависимости от успешности и времени выполнения очередного задания. При этом каждое следующее задание все равно должно быть сложнее того, что студент выполнил ранее. Но степень превышения сложности должна учитывать работу студента на данном занятии.

Рассмотрев основные компоненты модели организации развивающего обучения, перейдем к постановке задачи: на основе данных о характеристиках студентов и их показателей в БРС необходимо найти такой набор заданий повышенной сложности, который позволит повысить эффективность учебного процесса за счет повышения средней сложности выполняемых заданий при сохранении общего времени обучения. Найденное решение обеспечит высокий общий уровень развития студентов, а также будет способствовать ускорению процесса освоения универсальных и профессиональных компетенций, адаптации учебного процесса под индивидуальные особенности каждого студента, созданию устойчивой познавательной мотивации у одаренных обучающихся.

Тогда критерий оптимизации средней трудоемкости выполняемых заданий будет зависеть от дисциплин учебного плана и тех заданий, что входят в каждую дисциплину, и в формализованном виде будет иметь вид

$$R(D) = \frac{\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{m=1}^{M_j} dz_{jm}^{opt}}{I \cdot J} \rightarrow \max,$$

$$s_i \rightarrow \{Z_j^{opt}\},$$

$$Z_j^{opt} \rightarrow \{dz_{jm}^{opt}\},$$

$$vd_{ij} \rightarrow \Delta de_{ij},$$

$$Z_j^{opt} = \{z_j^{opt} \mid dz_j^{opt} - vd_{ij} \leq \Delta de_{ij}\}$$

при выполнении ограничений:

$$\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J t_{jm} \leq t_0,$$

$$K_j^D \subset K_0,$$

$$TR_i \leq TR_0(s_i),$$

$$MR \leq MR_0,$$

где  $R(D)$  – критерий оптимизации, характеризующий среднюю трудоемкость выполняемых заданий в рамках дисциплин  $D$ ;

$\Delta de_{ij}$  – степень усложнения заданий в рамках дисциплины  $d_j$ , соответствующая зоне развития каждого студента  $s_i$  и определяющая, в каком диапазоне можно увеличивать сложность новых заданий. Если установить  $\Delta de_{ij} = 0$ , то все задания будут попадать в зону развития студента;

$t_0$  – установленное в рабочей программе общее время выполнения заданий;

$TR_0(s_i)$  – максимальные временные ресурсы студента  $s_i$ ;

$TR_0$  – максимальные материальные ресурсы на проведение учебного процесса.

При моделировании внеаудиторной самостоятельной работы изменяется как сама совокупность входных информационных потоков, так и их смысловое наполнение. Прежде всего это касается времени, отводимого студентом в данном периоде обучения на самостоятельную работу. Во-первых, внутренняя мотивация к познавательной деятельности, стремление на деятельностном или рефлексивном уровне сформировать у себя какой-либо компонент компетенции или подготовиться творчески выполнять определенную трудовую функцию, востребованную потенциальным работодателем, наличие свободного времени у обучающегося – все это дает большую свободу при проектировании образовательной траектории. Во-вторых, в отличие от самостоятельной работы на занятиях, данный вид познавательной деятельности наряду с приобретением умений и навыков предполагает и получение новых знаний, что может быть обеспечено как предоставлением обучающемуся определенных источников информации, так и стимулированием самостоятельного процесса поиска необходимой информации. В-третьих, необходимо учитывать результаты и ближайшие мероприятия образовательной деятельности обучающихся по другим учебным дисциплинам (в виде относительной доли набранных баллов в текущем семестре по каждой дисциплине от максимально возможных к данному периоду при базовом уровне освоения компетенций и относительной доли возможных к получению баллов в ближайшей перспективе к максимально возможному по каждой дисциплине), что в данном случае будет определять перераспределение времени самостоятельной работы в сторону тех учебных дисциплин, где наблюдается максимальное отставание или ожидаются контрольные мероприятия, имеющие существенное значение для итогового рейтинга обучающихся. Необходимо отметить, что данное перераспределение времени носит характер диспетчерского управления и позволяет с наименьшими потерями выйти на плановый уровень освоения компетенций в соответствии с ОПОП, а также устранить возможную неоптимальную скоординированность педагогической деятельности отдельных преподавателей.

В данном случае постановка задачи организации профессионального становления имеет сходный вид, но отсутствуют жесткие временные ограничения, однако требуется учитывать успеваемость студента по отдельным дисциплинам с целью равномерного развития, особенно в отношении дисциплин, где студент показывает не лучшие результаты. Запишем это в следующем виде:

$$R(D^*) = \frac{\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{m=1}^{M_j} dz_{jm}^{opt}}{I \cdot J} \rightarrow \max,$$

$$s_i \rightarrow D^* = \{d_j \mid rr_{ijk}^D \rightarrow \min(RR_i^D)\},$$

$$s_i \rightarrow \{Z_j^{opt}\}, Z_j^{opt} \rightarrow \{dz_{jm}^{opt}\}, vd_{ij} \rightarrow \Delta de_{ij}, Z_j^{opt} = \{z_j^{opt} \mid dz_j^{opt} - vd_{ij} \leq \Delta de_{ij}\}$$

при выполнении ограничений:

$$K_j^D \subset K_0, TR_i \leq TR_0(s_i), MR \leq MR_0,$$

где  $R(D^*)$  – критерий оптимизации, характеризующий среднюю трудоемкость выполняемых заданий по выбранным дисциплинам  $D^*$ ;

$s_i \rightarrow D^*$  – отношение, определяющее соответствие между студентами и теми дисциплинами, где их относительные оценки  $rr_{ijk}^D$  стремятся к минимальным.

Таким образом, мы рассмотрели моделирование организации профессионального становления и развития творческих способностей как в рамках образовательного процесса, так и во внеурочное время.

Возможность подбирать задания повышенной сложности с учетом текущего уровня развития студента и его внутренней мотивации позволяет использовать данную модель развивающего обучения для управления подготовкой творческой элиты в рамках самостоятельной работы.

Информационная система управления профессиональным становлением студентов на основе разработанной модели особенно актуальна для подготовки технических специалистов по приоритетным направлениям. Одним из востребованных направлений в области «Инженерное дело, технологии и технические науки» является УГСН «Машиностроение». Обучающиеся по данным направлениям подготовки на всех этапах должны иметь возможность формирования навыков инженерной работы по решению профессиональных задач, отражающих предметный контекст деятельности предприятий машиностроительного кластера. На младших курсах интенсивная самостоятельная работа должна быть организована при изучении дисциплины «Механика». По мере формирования готовности к выполнению трудовых функций индивидуальные творческие задания, решаемые студентами в рамках самостоятельной работы, должны способствовать разрешению проблемных ситуаций реального производства и разработке инновационной продукции машиностроения. Наиболее востребованной автоматизация профессионального становления будет для подготовки специалистов цифрового машиностроения, нацеленных на максимальное использование в профессиональной деятельности потенциала цифровых технологий.

### Обсуждение и заключения

Разработанные концептуальные основы создания информационной системы управления профессиональным становлением студента в процессе самостоятельной работы позволяют повысить качество обучения и усилить его

творческую инновационную направленность вследствие максимальной индивидуализации и управления процессом на основе использования балльно-рейтинговой системы, выполнения психолого-педагогических условий развивающего обучения и оптимального использования разработанных инструментально-педагогических средств в формате творческих задач.

Представленные в статье научные результаты могут использоваться для моделирования образовательного процесса различных типов, так как разработанная математическая модель учитывает различную степень усложнения заданий.

Универсальность представленных подходов к формализации процессов организации обучения, к определению сложности заданий и реализации совершенствования текущих способностей обучающегося через переход от зоны развития к зонам ближайшего и последующего развития представляет существенную теоретическую и практическую значимость при совершенствовании организации процесса обучения.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Рудской А.И., Боровков А.И., Романов П.И., Киселева К.Н.* Инженерное образование: мировой опыт подготовки интеллектуальной элиты. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2017. – 216 с.
2. *Сапрыкин Д.Л.* Инженерное образование в России: История, концепция, перспективы // Высшее образование в России. – 2012. – № 1. – С. 125–137.
3. *Дорофеев А.А.* Инженерные научно-образовательные школы и модернизация отечественного высшего образования // *Alma mater. Вестник высшей школы.* – 2018. – № 1. – С. 60–66.
4. *Иванов В.Г., Шагеева Ф.Т., Галиханов М.Ф.* Преемственная подготовка инженерных кадров для инновационной экономики в исследовательском университете // Высшее образование в России. – 2017. – № 5 (212). – С. 68–78.
5. *Сидоров О.В., Козуб Л.В.* Метод творческих проектов как средство развития научно-технологического мышления студентов, получающих технологическое образование // Высшее образование сегодня. – 2016. – № 5. – С. 59–64.
6. *Наумкин Н.И., Грошева Е.П., Кондратьева Г.А., Панюшкина Е.Н., Купряшкин В.Ф.* Особенности проектирования методики формирования инновационной компетенции на основе использования встраиваемого модуля // Интеграция образования. – 2016. – Т. 20. – № 4 (85). – С. 493–506.
7. *Мохначев С.А.* Теоретико-методологические основы управления конкурентоспособностью высшего учебного заведения: автореф. дисс. ... д-ра эконом. наук. – Екатеринбург, 2010. – 46 с.
8. *Кельчевская Н.Р., Черненко И.М., Ширинкина Е.В.* Формирование и развитие человеческого капитала научно-педагогических кадров в организациях высшего образования РФ // Вестник Пермского университета. Сер. Экономика. – 2018. – С. 140–153.
9. *Попов А.И., Поляков Д.В.* Методические вопросы разработки адаптивной информационно-образовательной системы сопровождения творческой работы обучающихся // Эко-потенциал. – 2016. – № 3(15). – С. 18–28.

10. *Дьяконов Г.С. и др.* Подготовка инженера в реально-виртуальной среде опережающего обучения. – Казань: КГТУ, 2009. – 395 с.
11. *Краснянский М.Н., Карпушкин С.В., Остроух А.В., Обухов А.Д. и др.* Проектирование информационных систем управления документооборотом научно-образовательных учреждений: монография. – Тамбов: Изд-во ТГТУ, 2015. – 216 с.
12. *Богоявленская Д.Б.* Психология творческих способностей: учеб. пособие. – М.: Академия, 2002. – 320 с.
13. *Вишнякова Н.Ф.* Психологические основы развития креативности в профессиональной акмеологии: автореф. дис. ... д-ра психол. наук. – М., 1996. – 40 с.
14. *Барышева Т.А.* Креативность. Диагностика и развитие: монография. – СПб.: Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена, 2002. – 205 с.
15. *Быкова П.С., Проскурина Е.Ю., Бровко С.А.* Инновации в образовании как механизм воздействия на экономику // Научный вестник Вольского военного института материального обеспечения: военно-научный журнал. – 2017. – № 4(44). – С. 206–209.
16. *Погребняк Н.Н.* Принципы обучения и развития творческой молодежи за рубежом // Проблемы современного педагогического образования. – 2017. – № 55–2. – С. 262–268.
17. *Погребняк Н.Н.* Развитие творческих способностей студентов в университетах Европы // Проблемы современного педагогического образования. – 2017. – № 54–1. – С. 181–190.
18. *Попов А.И.* Преподаватель вуза как организатор творческого саморазвития студента // Alma-mater: Вестник высшей школы. – 2013. – № 9. – С. 48–51.
19. *Андреев В.И.* Конкурентология. Учебный курс для творческого саморазвития конкурентоспособности. – Казань, 2004. – 468 с.
20. *Вербицкий А.А.* Активное обучение в высшей школе: контекстный подход. – М.: Высшая школа, 1991. – 204 с.

Поступила в редакцию 16.12.2018  
В окончательном варианте 11.02.2019

UDC 378.1

## **MANAGEMENT INFORMATION SYSTEM PROFESSIONAL DEVELOPMENT OF THE STUDENT IN THE PROCESS OF INDEPENDENT WORK**

*M.N. Krasnyansky<sup>1</sup>, A.I. Popov<sup>2</sup>, A.D. Obukhov<sup>3</sup>, S.V. Karpushkin<sup>4</sup>*

Tambov State Technical University  
106, Soviet str., Tambov, 392000, Russia

---

<sup>1</sup>*Mikhail N. Krasnyansky*, Dr. Tech. Sci., Professor, Rector.

<sup>2</sup>*Andrey I. Popov*, Cand. Ped. Sci., Associate Professor, Head of Electronic Learning Department.

<sup>3</sup>*Artem D. Obukhov*, Cand. Tech. Sci., Senior Teacher of Computer-Integrated Systems in Machine Building Department.

<sup>4</sup>*Sergey V. Karpushkin*, Dr. Tech. Sci., Professor of Computer-integrated systems in machine building Department.

## ABSTRACT

*The article is devoted to solving the problem of improving the quality of higher education and enabling students to make maximum use of their intellectual and creative potential for professional development in the process of independent work.*

*The analysis of the educational process organization is carried out and the problem moments of realization of the principles of individualization and developing training are revealed. The necessity of development of creativity as a key characteristic of a competitive specialist is substantiated, the main approaches to its definition and development are investigated. The mechanism of formation of creativity of students in the process of independent work has been developed in consideration of the works of D. B. Bogoyavlenskaya, and N. F. Vishnjakovoj, T. A. Barysheva.*

*The research was based on the generalization and development in the context of digital professional education of the experience of organization of independent work and creative self-development of students of Tambov state technical University. The mathematical modeling of the process of management of professional development of students was carried out.*

*According to the results of the study, the key indicators characterizing the current level of competence formation are formulated, and the conceptual provisions of individualization of training within the framework of organized independent work of students on the basis of the principles of developing training are developed. Formalization, mathematical modeling is carried out and methodology of design of adaptive information system of management of professional formation of the student in the course of independent work is proved. The task of optimization of sustainable work is set and several variants of the criterion of optimization are offered, allowing to provide the maximum satisfaction of both the employers' society and the individual in obtaining high-quality competitive technical education.*

*The developed approaches to the formalization of the processes of training organization and mathematical modeling of the process of professional formation, to the determination of the complexity of tasks and improvement of the current abilities of the student through the transition from the development zone to the zones of near and subsequent development are of significant theoretical and practical importance for improving the quality of the higher education system.*

**Key words:** *professional education, creative abilities, individualization of education, developing training, optimization, adaptive management.*

*The Study was performed with financial support RFBR, research project 19-013-00567 using the computing equipment of NBIprograms "Digital engineering".*

## REFERENCES

1. *Rudskoj A.I., Borovkov A.I., Romanov P.I., Kiseleva K.N. Inzhenernoe obrazovanie: mirovoy opyt podgotovki intellektual'noy ehliny [Engineering education: global experience with the preparation of the intellectual elite]. Saint-Petersburg: Publishing house of Polytechnical University, 2017. 216 p.*

2. *Saprykin D.L.* Inzhenernoe obrazovanie v Rossii: Istoriya, koncepciya, perspektiva [Engineering education in Russia: History, concept, perspective] // *Vysshee obrazovanie v Rossii*. 2012. No. 1. Pp. 125–137.
3. *Dorofeev A.A.* Engineering scientific and educational schools and modernization of domestic higher education // *Alma mater. Vestnik vysshej shkoly*. 2018. №1. P. 60–66.
4. *Ivanov V.G., Shageeva F.T., Galihanov M.F.* Inzhenernye nauchno-obrazovatel'nye shkoly i modernizaciya otechestvennogo vysshego obrazovaniya [Succession training of engineers for innovative economy at the research University] // *Vysshee obrazovanie v Rossii*. 2017. No. 5 (212). Pp. 68–78.
5. *Sidorov O.V., Kozub L.V.* Metod tvorcheskih proektov kak sredstvo raz-vitiya nauchno-tehnologicheskogo myshleniya studentov, poluchayushchih tekhnologicheskoe obrazovanie [The method of creative projects as a means of development of scientific and technological thinking of students receiving technological education] // *Vysshee obrazovanie segodnya*. 2016. No. 5. P. 59–64.
6. *Naumkin N.I., Grosheva E.P., Kondrat'eva G.A., Panyushkina E.N., Kupryashkin V.F.* Osobennosti proektirovaniya metodiki formirovaniya in-novacionnoy kompetencii na osnove ispol'zovaniya vstraivaemogo modulya [Features of the design of the methodology for the formation of innovative competence based on the use of the module] // *Integration of education*. 2016. Vol. 20. No 4 (85). Pp. 493–506.
7. *Mohnachev S.A.* Teoretiko-metodologicheskie osnovy upravleniya konkurentoustoychivost'yu vysshego uchebnogo zavedeniya: avtoref. diss. doctora ehkonom. nauk [Theoretical and methodological bases of management of competitiveness of higher educational institution: abstract of the thesis of doctor of economic Sciences]. Ekaterinburg, 2010. 46 p.
8. *Kel'chevskaya N.R., Chernenko I.M., Shirinkina E.V.* Formirovanie i razvitie chelovecheskogo kapitala nauchno-pedagogicheskikh kadrov v organizatsiyah vysshego obrazovaniya RF [Formation and development of human capital of scientific and pedagogical personnel in higher education institutions of the Russian Federation] // *Vestnik of Perm University. Series: Economy*. 2018. Pp. 140–153.
9. *Popov A.I., Polyakov D.V.* Metodicheskie voprosy razrabotki adaptivnoy informatsionnoy sistemy soprovozhdeniya tvorcheskoy raboty obuchayushchihsya [Methodical questions of development of adaptive information system of support of creative work of students] // *Eco-potential*. 2016. No. 3 (15). Pp. 18–28.
10. *D'yakonov G.S.* Podgotovka inzhenera v real'no-virtual'noy srede operezhayushchego obucheniya [Training of an engineer in a real-virtual environment of advanced training]. Kazan: Kazan state technological University. 2009. 395 p.
11. *Krasnyanskiy M.N., Karpushkin S.V., Ostrouh A.V., Obuhov A.D.* Proektirovanie informatsionnykh sistem upravleniya dokumentooborotom nauchno-obrazovatel'nykh uchrezhdeniy: monografiya [Design of information systems of document management of scientific and educational institutions: monograph]. Tambov, 2015. 216 p.
12. *Bogoyavlenskaya D.B.* Psihologiya tvorcheskih sposobnostey: uchebnoe posobie [Psychology of creative abilities: textbook]. Moscow: Publishing house «Akademiya», 2002. 320 p.
13. *Vishnyakova N.F.* Psihologicheskie osnovy razvitiya kreativnosti v pro-fessional'noy akmeologii: avtoref. dis. doctora psihol. nauk [Psychological bases of development of

- creativity in professional acmeology: abstract of doctor of psychological sciences]. Moscow, 1996. 40 p.
14. *Barysheva T.A.* Kreativnost'. Diagnostika i razvitie: monografiya [Creativity. Diagnosis and development: monograph]: Publishing house RSPU im. A.I. Gercena, 2002. 205 p.
  15. *Bykova P.S., Proskurina E.Yu., Brovko S.A.* Innovacii v obrazovanii kak mekhanizm vozdeystviya na ehkonomiku [Innovations in education as a mechanism of impact on the economy] // Scientific Herald Volsky military Institute of material security: the military-scientific journal. 2017. No. 4 (44). Pp. 206–209.
  16. *Pogrebnyak N.N.* Principy obucheniya i razvitiya tvorcheskoy molodezhi za rubezhom [Principles of training and development of creative youth abroad] // Problemy sovremennogo pedagogicheskogo obrazovaniya. 2017. No. 55–2. Pp. 262–268.
  17. *Pogrebnyak N.N.* Razvitie tvorcheskih sposobnostey studentov v universitetah Evropy [Development of creative abilities of students in European universities] // Problemy sovremennogo pedagogicheskogo obrazovaniya. 2017. No. 54–1. Pp. 181–190.
  18. *Popov A.I.* Prepodavatel' vuza kak organizator tvorcheskogo samorazvitiya studenta [The University teacher as an organizer of student's creative self-development] // Alma mater: Vestnik vysshey shkoly. 2013. No. 9. Pp. 48–51.
  19. *Andreev V.I.* Konkurentologiya. Uchebnyy kurs dlya tvorcheskogo samorazvitiya konkurentosposobnosti [Competition. Training course for creative self-development of competitiveness]. Kazan', 2004. 468 p.
  20. *Verbickij A.A.* Aktivnoe obuchenie v vysshey shkole: kontekstnyy podhod [Active learning in higher education: a contextual approach]. Moscow: Vysshaya shkola. 1991. 204 p.

Original article submitted 16.12.2018

Revision submitted 11.02.2019