

МЕТОДИКА СЕТЕВОГО ПЛАНИРОВАНИЯ В ЗАДАЧЕ АДАПТИВНОГО ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ ВУЗА

М. Ю. Катаев¹, А. А. Сухоруков¹, Л. А. Булышева²

¹ *Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники*
634050, Россия, г. Томск, пр-т Ленина, д. 40

² *Олд Доминион Университет*
USA, 23529, Norfolk, VA

Аннотация

В статье представлена методика сетевого планирования в задаче адаптивного обучения студентов вуза. Кратко даны элементы сетевого планирования, описано применение адаптивных способов обучения в образовательном процессе. Рассматривается процесс обучения в вузе, и анализируются возможности его описания с помощью формализма сетевого планирования в рамках отдельной дисциплины. Приводится разработанная методика оценки выполнения заданий. Описывается процесс взаимодействия преподавателя и студента в процессе обучения с точки зрения оценки последовательности этого взаимодействия и параметров предлагаемого алгоритма. Представлена разработанная модель дисциплины в виде линейной последовательности действий по изучению дисциплины. Для отражения усилий, предпринимаемых для получения результата обучения, приведено графическое представление сетевой модели дисциплины. Показаны результаты применения сетевого графика в образовательном процессе в рамках одной дисциплины. Описываются формулы, используемые при выставлении оценки студенту при применении данной методики. Рассмотрено несколько способов прохождения учебной дисциплины студентом, приводятся аналитические данные, полученные при сравнении этих способов. Представлена компьютерная программа, созданная в поддержку разработанной методики. Анализируются полученные результаты использования предлагаемой методики для оценки изучения дисциплины студентом вуза. Изучение представленной в статье методики может быть полезно как преподавателям вузов, так и студентам.

Ключевые слова: процесс обучения, адаптивное обучение, сетевое планирование, вуз.

DOI: 10.32517/0234-0453-2020-35-8-45-56

Для цитирования:

Катаев М. Ю., Сухоруков А. А., Булышева Л. А. Методика сетевого планирования в задаче адаптивного обучения студентов вуза // Информатика и образование. 2020. № 8. С. 45–56.

Статья поступила в редакцию: 22 мая 2020 года.

Статья принята к печати: 15 сентября 2020 года.

Сведения об авторах

Катаев Михаил Юрьевич, доктор тех. наук, профессор, профессор кафедры автоматизированных систем управления, факультет систем управления, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Россия; kmy@asu.tusur.ru; ORCID: 0000-0002-7710-5463

Сухоруков Александр Александрович, магистрант, факультет систем управления, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Россия; akulla77@gmail.com

Булышева Лариса Андреевна, канд. тех. наук, доцент кафедры информационных технологий и принятия решений, Олд Доминион Университет, Норфолк, США; lbulyshe@odu.edu; ORCID: 0000-0001-5360-3460

1. Введение

В настоящее время поток информации является настолько большим, причем во всех сферах человеческой деятельности, что человек способен воспринимать лишь малую его часть. За годы развития интернета значительная часть информации, представленной ранее на бумаге, перешла в новое качество — цифровое и стала достоянием не только конкретных библиотек, но и всего мира. Это приводит к тому, что преподаватель как носитель знаний получает виртуального конкурента в виде информации, которая находится в интернете. Несмотря на все минусы этой ситуации, в ней есть и положительная сторона, связанная с возможностью насыщения информацией преподаваемого предмета, а также трансляции знаний преподавателя на более широкую аудиторию. Не менее важным является такой аспект, как подключение (при более широком доступе к учебной информации) к процессу обучения людей с ограниченными возможностями.

Образовательные стандарты нового поколения (<https://fgos.ru>) предоставляют вузам право выбора и формирования содержимого учебных планов и рабочих программ из определенного перечня. При этом стандарты не показывают, как конкретный преподаватель вуза будет строить процесс обучения. Важным является регламентирование входной информации, необходимой для формирования у обучающихся вуза соответствующих знаний за некоторый промежуток времени, и выходных данных — полученных обучающимися компетенций [1].

Процесс обучения в вузе включает взаимодействие преподавателя и обучающегося (студента) в рамках дисциплины, соответствующей учебному плану, разработанному на базе ФГОС [2]. В рамках процесса обучения преподаватель разрабатывает учебно-методический материал, взаимодействует со студентами на лекциях и семинарах, при выполнении лабораторных работ. Кроме того, преподаватель контролирует результаты усвоения студентами теоретического и практического материала [3], прове-

ряет получаемые знания с помощью тестирования, зачета или экзамена. Заметим, что процесс обучения является, как правило, *линейным* при *успешной* обучаемости в рамках дисциплины, а при *неуспеваемости* студент вынужден *повторять* ранее пройденный и вовремя не усвоенный материал.

На учебный процесс подготовки студентов оказывают влияние как внутренние, так и внешние воздействия [4]. *Внешние* воздействия связаны с изменением нормативной базы (в частности, ФГОС) и требований работодателей. *Внутренние* воздействия обусловлены процессами, которые протекают в самом вузе, на факультете, в студенческой группе. Так или иначе, воздействия обоих типов влияют на процесс обучения, но не на формирование системы оценки знаний.

Так как можно выделить три группы студентов в зависимости от их успеваемости (первая группа — успевающие на «2» и «3», вторая — успевающие на «3» и «4», третья — успевающие на «4» и «5»), то преподавателю необходимо выбирать три разных стратегии обучения — отдельную стратегию для каждой группы студентов, что вызывает необходимость корректировки процесса обучения [5–7]. Это обстоятельство увеличивает нагрузку на преподавателя и вызывает необходимость разработки автоматизированных систем поддержки учебного процесса. Кроме того, следует выделить в особые группы студентов, которые желают обучаться по индивидуальному плану, студентов-заочников и участников процесса повышения квалификации [8]. Также нельзя не отметить, что довузовская подготовка будущих студентов является неодинаковой, а это ведет к расслоению студентов по знаниевой основе. Кроме того, мотивация у студентов к получению знаний тоже разная. Большое количество студентов, обучающихся по некоторой дисциплине, разнообразных методик их обучения, различных вариантов предлагаемых студентам заданий и способов их проверки приводит к необходимости автоматизации процесса приобретения знаний. Одной из методик поддержки учебного процесса является адаптивное обучение (см., например, [9]).

2. Постановка задачи

В учебном процессе в рамках отдельных дисциплин возникает информационная структура методики обучения, которая отображена на рисунке 1.

На рисунке 1 блок «**Модель обучающегося**» (студента) — это уровень знаний, имеющийся у будущего студента (абитуриента) перед поступлением в вуз, текущая успеваемость студента, посещаемость им занятий, тип взаимодействия с однокурсниками, однокурсниками и преподавателями. Модель позволяет оценить эффективность обучающегося — восприятие им информации, скорость обучения, навыки решения практических задач [10]. Фактически это один из элементов портфолио студентов, который должен формироваться в процессе обучения в вузе.

Модель преподавателя связана с двумя характеристиками: личностными и профессиональными качествами [11]. Первая характеристика включает доброжелательность, воспитанность, чувство юмора, соблюдение законов, эрудированность, стремление к знаниям, здоровый образ жизни и т. д., вторая — аккуратность, справедливость, требовательность, знание предмета, авторитет, ораторское искусство, владение технологиями в предметной области дисциплины, кругозор, информированность и т. д. Для рассматриваемой в статье области, связанной с разработкой методики адаптивного обучения, более всего в этой модели важны профессиональные качества.

Блок «Методика оценки знаний» связан с контролем результатов обучения [12], измерением и оценением знаний, умений, навыков студента в процессе изучения дисциплины. Одной из задач конкретной методики, выбранной преподавателем, является нахождение отличия между некоторым заданным уровнем освоения учебной дисциплины и реальным уровнем для конкретного студента. Известны методики контроля знаний в виде устного общения, письменного и практического решения заданий и различных вариантов тестирования [13]. Варианты реализации тестирования связаны с тестированием непосредственно преподавателем или программным способом.

Информационная структура методики обучения является основой для **комплекса программных систем, необходимых для реализации адаптивного обучения** [14]. Этот комплекс включает систему сбора данных учебного процесса (как минимум время проведения занятий, дисциплина, посещаемость, оценка) [15]. Сбор данных связан с методиками обработки и анализа, трансформации и визуализации. Анализ данных подразумевает систему

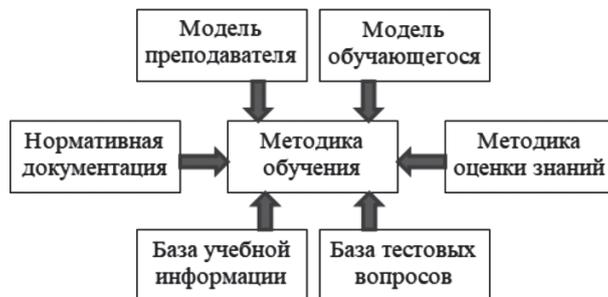


Рис. 1. Информационная структура методики обучения

поддержки решений на основе всех собранных данных. Дополнительная информация (собираемая отдельно от учебных данных) позволяет учитывать психофизиологические характеристики студента, скорость обучения, забываемость, эффективность обучения и т. д. Эта информация позволяет провести более точный учет персональных данных при реализации учебного процесса в программной системе.

Программный комплекс, информационная структура которого показана на рисунке 1, необходим для поиска оптимальной для каждого студента стратегии освоения изучаемой дисциплины [16]. Персонализация, в свою очередь, позволит подойти к формированию индивидуальных рекомендаций, которые дают возможность преподавателю определять более точно элементы методики обучения для конкретного обучающегося. Полученные на основе этих рекомендаций результаты обучения должны быть проанализированы преподавателем, чтобы достижение цели изучения дисциплины студентом было выполнено с высокой вероятностью. Одним из элементов решения преподавателя при определении рекомендаций может быть задание порога прохождения финального теста (например: 60–70 % правильно выполненных заданий теста соответствует оценке «3» и т. д.). Элементы определения рекомендаций опираются на адаптивность при реализации методики обучения [17], что связано с индивидуальными входными данными каждого студента и получаемыми текущими результатами в процессе обучения. Фактически адаптивность связана с сопровождением студента по элементам преподаваемой ему дисциплины таким образом, чтобы он закончил курс с максимально высокой оценкой и за конечное время семестра.

3. Описание предлагаемой методики

Учебный процесс представляет собой набор отдельных этапов, некоторые из них — фиксированные (связанные с местом, временем и типом занятия), а другие носят случайный характер (посещение лекции, уровень знаний студента и др.). В ходе реализации отдельных этапов учебного процесса возможны задержки или невыполнение работ. В сумме для студента задержка выполнения отдельных этапов (по тем или иным причинам) может привести к большим потерям времени, которое надо было потратить на получение знаний. В настоящее время, как правило, решение учебных проблем, связанных с невыполнением плана изучения предмета, решается непосредственно преподавателем при поддержке деканата. Этот процесс отнимает у преподавателя довольно много времени и усилий. *проблему минимизации усилий преподавателя на доучивание студента вне рамок основного времени, повышения качества получения знаний мы предлагаем решать через формализацию процесса получения знаний, введения адаптивной к различным ситуациям методики и автоматизации.*

Формализация процесса обучения требует привязки логики учебного процесса к некоторой математической модели, на базе которой возможно сформулировать адаптивные требования к временным и знаниевым элементам изучаемой дисциплины. Мы предлагаем для решения задачи адаптации учебного процесса использовать **математический подход сетевого планирования**, который основывается на следующих элементах:

- 1) учебный процесс рассматривается как непрерывный процесс взаимосвязанных действий (в рамках этапов), направленных на достижение конечной цели, связанной с предоставлением студентам информации (знаний), соответствующей определенным компетенциям;
- 2) группа студентов, участвующая в этом процессе должна освоить полученную информацию и достичь к этапу проверки знаний определенного уровня компетенций;
- 3) сетевая модель учебного процесса [18] строится на основе представления учебного процесса в виде направленной сети с заданными временными и знаниевыми характеристиками.

Логическое описание учебного процесса в виде сетевой модели позволяет алгоритмизировать расчет основных параметров этого процесса для каждого студента индивидуально. Анализ продолжительности изучения дисциплины, числа попыток студента при выполнении лабораторных работ, уровня правильности ответов тестирования и др. параметров дает возможность для каждого студента построить адаптивную методику обучения. Результаты сетевого планирования позволяют периодически получать оперативную количественную информацию по всем этапам учебного процесса с указанием возможного решения возникающих проблем. Применение сетевого планирования (модель) помогает заранее предусмотреть возможные срывы или нарушения графика изучения дисциплины, например, отсутствие на определенном числе занятий, опоздание на пять или другое число минут и т. д. Такой подход, по нашему мнению, позволяет эффективно решать задачи процесса обучения, когда модель не меняется, а задаются лишь ее параметры для каждого студента.

Опираясь на подход сетевого планирования [18], можно построить методику, основой которой является сетевой график, представляющий собой информационно-динамическую модель.

В информационно-динамической модели (ИДМ) представлены взаимосвязи отдельных этапов учебного процесса, временные, входные и выходные параметры каждого этапа, которые необходимы для достижения конечной цели — достижения определенных компетенций. Каждый процесс представляет собой набор действий, каждое из которых связано с видами работ. Каждый вид работ приводит к достижению определенного результата. **Выделяют такие виды работ [18]:**

- 1) *действительная работа* — это процесс, имеющий определенную длительность во времени и требующий определенных ресурсов;

- 2) *ожидание* — это процесс, имеющий определенную длительность во времени и не требующий определенных ресурсов;
- 3) *зависимость* — это логическая связь между двумя или несколькими работами, не требующая затрат труда, материальных ресурсов или времени. Зависимости показывает тот факт, что одна работа зависит от результатов другой работы;
- 4) *событие* — это момент завершения работы или этапа (группы связанных работ).

Каждое событие может быть связано с завершением одного этапа и моментом начала последующего этапа. Любое событие, после которого начинаются работы (или работа), обозначается индексом i , а предшествующие работы (или работа) обозначаются индексом j . Последовательность работ в сетевом графике называется *путем* между двумя событиями i и j . Путь между событиями i и j , имеющий максимальную из всех продолжительность, называется *критическим*. Критическому пути (критическое время tkr) соответствуют критические работы и события, расположенные на этом пути.

Кратко представим базовые элементы построения сетевого графика, которые связаны с параметрами:

1. События:

- ранний срок $ts(i)$ свершения i -го события определяется продолжительностью максимального пути $Ls(i)$;
- задержка свершения события i по отношению к своему раннему сроку связана с расстоянием $Lc(i)$, связывающим путь от i -го до завершающего события сети;
- поздний (предельный) срок $tl(i)$;
- резерв времени $R(i)$ i -го события определяется как разность: $R(i) = tl(i) - ts(i)$.

2. Работы:

- продолжительность работы $t(i, j)$ вычисляется заранее на основе теоретических расчетов или экспертных оценок;
- ранний срок начала работы совпадает с $ts(i)$;
- ранний срок $tsf(i, j)$ окончания работы определяется как сумма: $tsf(i, j) = ts(i) + t(i, j)$;
- определенные на сетевом графике работы не могут завершиться позже возможного позднего срока, что совпадает с $tl(j)$;
- поздний срок $tlf(i, j)$ начала работы рассчитывается по формуле: $tlf(i, j) = tl(j) - t(i, j)$;
- полный резерв времени $Rl(i, j)$ работы (i, j) определяется по формуле: $Rl(i, j) = tl(j) - tsf(i, j) - t(i, j)$;
- свободный резерв времени рассчитывается таким образом: $Rt(i, j) = Rl(i, j) - R(i)$.

3. Пути:

- продолжительность пути вычисляется как сумма всех продолжительностей работ от начального события до текущего;
- резерв времени пути связан с длиной L текущего и критического пути: $R(L) = t(Lkr) - t(L)$.

Сетевой график включает временные характеристики не только самих событий, но и их взаимосвя-

зей, что позволяет строить методики количественных оценок эффективности реализации того или иного пути. Связанные с событиями виды работ имеют определенную длительность, что позволяет определять некоторую заданную (модельную) величину времени, которая может быть сравнена с текущим значением во время учебного процесса. Помимо этого результаты работ также могут быть переведены в количественные показатели и использованы для планирования и управления учебным процессом. Заметим, что практически все учебные процессы имеют под собой нормативную базу, определенную в государственных стандартах и внутривузовских документах, что позволяет определить определенную группу параметров заранее.

Таким образом, сетевое планирование заключается в разработке сетевого графика, который позволяет:

- выявить перечень работ для определенной дисциплины;
- определить порядок следования работ;
- определить длительности каждой работы, критические работы и связанные с ними критические отрезки пути, резервы времени по каждой работе.

Определено, что сумма всех видов работ (половина семестра, семестр или два семестра) и результаты заданы ФГОС и связаны с количеством и видами компетенций, которые студент должен получить в рамках дисциплины.

Определенный учебным планом (основанным на рекомендациях ФГОС) сетевой график является детерминированным. Получаемые временные оценки прохождения пути и результаты работ (параметры учебного процесса) — это некоторая основа для разделения студентов на группы во время обучения. Групп студентов формально может быть две — успевающие и не успевающие выполнить условия освоения дисциплины. Для тех студентов, которые попали во вторую группу, обязательным является повтор отдельных видов работ, что выливается в адаптацию исходного сетевого графика к конкретному студенту. Понятно, что особенности каждого студента разнообразны и являются неопределенными на входе, а это требует учета оценок времени и результатов работы отдельно для каждой группы студентов. Неопределенность в достижении результата (освоения дисциплины) каждым отдельным студентом по времени является объективным фактором, который должен учитываться при построении сетевого графика.

На рисунке 2 показана линейная последовательность преподавания учебной дисциплины (лекционный материал) с точками контроля уровня знаний. Типовым контролем уровня знаний являются результаты учебного процесса, фиксируемые в рамках контрольной точки (два раза в семестр). Проблемная сторона такого контроля — большое время (два месяца), после которого обнаруживается недостаточный уровень усвоения знаний студентами, что ведет, как правило, к появлению учебной задолженности. Расширенный вариант подобной схемы — тестирование

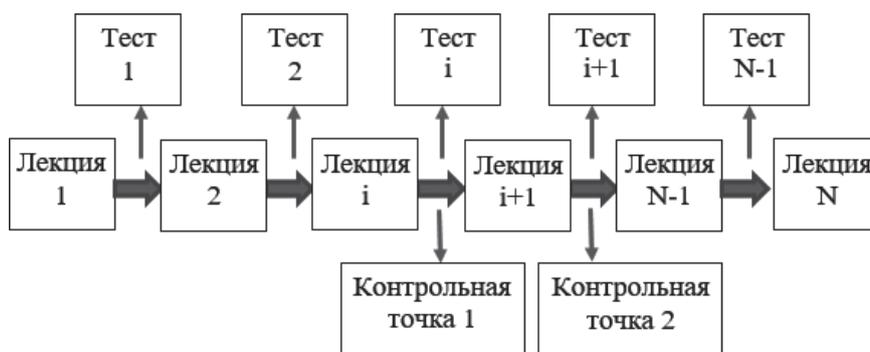


Рис. 2. Линейная последовательность преподавания учебной дисциплины (проведения курса лекций) с временными точками контроля уровня знаний (тесты и контрольные точки)

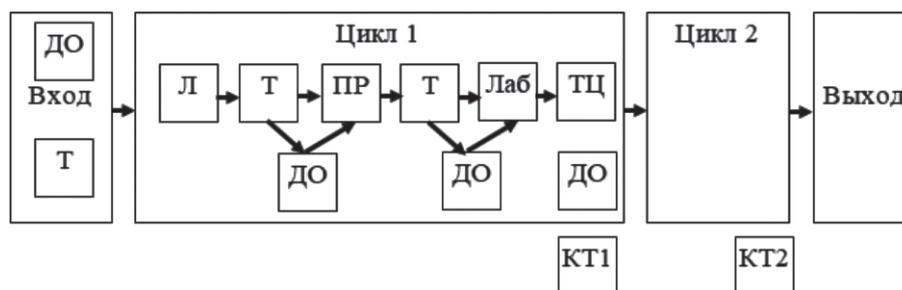


Рис. 3. Графическое представление сетевой модели дисциплины

[19, 20] после каждой лекции (в статье не обсуждаются варианты проведения такого тестирования). Такой подход позволяет более точно идентифицировать студента, который не справился с тестовыми упражнениями и, самое главное, предоставить возможность ликвидировать учебную задолженность.

Заметим, что рисунок 2 является упрощенной схемой преподавания дисциплины и не показывает всех возможных вариантов получения результата — усвоения информации по данной дисциплине и достижения определенных компетенций.

Изучаемую дисциплину в виде сетевой модели можно представить так, как показано на рисунке 3.

Сеть представлена в виде ориентированного графа и имеет весовые значения на дугах (не отражены на рисунке 3). Каждая дуга (стрелка на рисунке 3) имеет определенное значение, которое меняется в зависимости от движения обучающегося в рамках данной модели. На входе обучающийся проходит входное тестирование (Т), и в случае удачного прохождения этого тестирования он может перейти к следующему состоянию. В одном из вариантов тестирование представляет собой определенное количество вопросов, к каждому вопросу даны ответы, из которых только один правильный. Число вопросов устанавливается непосредственно к каждой дисциплине преподавателем индивидуально. В случае неудачного прохождения входного тестирования студенту необходимо пройти дообучение (ДО), что накладывает дополнительную нагрузку на обучающегося. После входного тестирования проводится лекция (Л). Тестирование проводится и в конце каждой лекции, и от результатов этого тестирования зависит, будет ли обуча-

ющийся проходить дообучение по материалам данной лекции или нет. Если тест пройден, обучающийся может приступать к практическим занятиям (ПР), если они есть в учебном плане. Далее обучающийся приступает к лабораторным работам (ЛАБ) и проходит тест (ТЦ) по изученной теме за весь цикл. В случае непрохождения ТЦ обучающемуся необходимо будет пройти специальный модуль (СМ), который восполняет пробелы в знаниях материала. Специальный модуль имеет больший вес по сравнению с дообучением. Весь этот процесс можно представить циклами: после завершения цикла 1 выставляется оценка по полученным знаниям за контрольную точку 1 (КТ1). Далее следует цикл 2, и так же в конце выставляется оценка за контрольную точку 2 (КТ2). Последний цикл завершается экзаменом по дисциплине и является последним состоянием в изучаемой дисциплине.

Основная задача данной сетевой модели состоит в уменьшении затраченного студентом времени на изучаемую дисциплину. Главной особенностью сетевой модели является наличие критического пути. Исходя из данной модели, критический путь формируется из прохождения всех дополнительных повторно изучаемых модулей и имеет самое большое время, затраченное на обучение. Для более быстрого изучения дисциплины обучающемуся необходимо успешно проходить тестирование после изучаемого модуля.

Из практического опыта можно сказать, что каждый обучающийся имеет собственный потенциал и желание к обучению, и поэтому одни проходят все контрольные точки с первого раза, а другим необходимо сделать несколько попыток. Исходя из этого,

можно сказать, что при изучении дисциплины со сдачей всех заданий с первой попытки обучающийся тратит минимальное время на изучение дисциплины, а при сдаче заданий со второй попытки тратится дополнительное время. Дополнительное время является параметром, по значению которого можно построить весовой коэффициент изменения оценки тестирования. Весовой коэффициент также меняется в зависимости от количества попыток [21].

Обучающемуся выставляется оценка в рамках дисциплины с учетом весовых коэффициентов по формуле:

$$Mark = \left\{ \begin{array}{l} \frac{\sum_{i=1}^{Nlec} Pos(i) \cdot wlec(i) \cdot marklec(i)}{Nlec} + \\ + \frac{\sum_{j=1}^{Npr} Pos(j) \cdot wpr(j) \cdot markpr(j)}{Npr} \\ + \frac{\sum_{k=1}^{Nlab} Pos(k) \cdot wlab(k) \cdot marklab(k)}{Nlab} \end{array} \right\} / 3, \quad (1)$$

где:

- $i=1..Nlec, j=1..Npr, k=1..Nlab$ — число лекций, практических занятий и лабораторных работ;
- $Pos = \{0, 1\}$ — посещаемость (0 — отсутствие, 1 — присутствие);
- $wlec, wpr, wlab$ — весовые коэффициенты лекций, практических занятий и лабораторных работ соответственно;
- $marklec, markpr, marklab$ — оценки, полученные за лекции, практические занятия и лабораторные работы соответственно.

По окончании дисциплины обучающийся сдает экзамен и получает за него оценку $Markeks$, и в результате с учетом (1) получаем итоговую отметку за всю дисциплину, которая рассчитывается по формуле:

$$Marksum = ws1 \cdot Mark + ws2 \cdot Markeks, \quad (2)$$

где $ws1, ws2$ — весовые коэффициенты ($ws1 + ws2 = 1$).

На основе сетевой модели (СМ) и формул (1), (2) нами была написана программа, позволяющая оценить верность сделанных предположений о возможности использования сетевой модели в учебном процессе.

Узел	Время	Попытки	Оценка	Посещаемость	Оценка (результат)
Л1	60	0	0	0	0
ТЛ1	10	1	5	1	5
ПР1	60	0	0	0	0
ТПР1	10	1	5	1	5
ЛР1	60	1	5	1	5
ТЦ1	20	1	4	1	4
Л2	60	0	0	0	0
ТЛ2	10	1	5	1	5
ПР2	60	0	0	0	0
ТПР2	10	1	5	1	5
ЛР2	60	1	4	1	4
ТЦ2	20	1	4	1	4
Л3	60	0	0	0	0
ТЛ3	10	1	3	1	3
ПР3	60	0	0	0	0
ТПР3	10	1	5	1	5
ЛР3	60	1	5	1	5
ТЦ3	20	1	4	1	4
Л4	60	0	0	0	0
ТЛ4	10	1	5	1	5
ПР4	60	0	0	0	0
ТПР4	10	1	5	1	5
ЛР4	60	1	3	1	3
ТЦ4	20	1	3	1	3
OUT	60	1	5	1	5

Рис. 4. Результаты работы модели (рис. 3) для случая посещения студентом всех занятий и сдачи тестов с первой попытки

Узел	Время	Попытки	Оценка	Посещаемость	Оценка(результат)
Л1	60	0	0	0	0
ТЛ1	30	3	3	1	3
ДЛ1	30	0	0	0	0
ПР1	60	0	0	0	0
ТПР1	20	2	5	1	4
ДПР1	30	0	0	0	0
ЛР1	120	2	4	1	3,2
ТЦ1	60	3	4	1	3
ДЦ1	60	0	0	0	0
Л2	60	0	0	0	0
ТЛ2	30	3	5	1	3
ДЛ2	30	0	0	0	0
ПР2	60	0	0	0	0
ТПР2	30	3	5	1	3
ДПР2	30	0	0	0	0
ЛР2	180	3	3	1	3
ТЦ2	40	2	5	1	4
ДЦ2	60	0	0	0	0
Л3	60	0	0	0	0
ТЛ3	20	2	3	1	3
ДЛ3	30	0	0	0	0
ПР3	60	0	0	0	0
ТПР3	20	2	3	1	3
ДПР3	30	0	0	0	0
ЛР3	120	2	4	1	3,2
ТЦ3	40	2	5	1	4
ДЦ3	60	0	0	0	0
Л4	60	0	0	0	0
ТЛ4	20	2	5	1	4
ДЛ4	30	0	0	0	0
ПР4	60	0	0	0	0
ТПР4	20	2	5	1	4
ДПР4	30	0	0	0	0
ЛР4	180	3	3	1	3
ТЦ4	40	0	0	0	0
ДЦ4	60	0	0	0	0
OUT	60	1	5	1	5

Рис. 5. Результаты работы модели (рис. 3) для случая посещения студентом всех занятий и сдачи тестов с разного количества попыток

Результаты расчетов оценок по формулам (1) и (2) для сетевой модели представлены для различных вариантов на рисунках 4–7.

На рисунке 4 представлен **вариант 1** — студент посещает все занятия и сдает все тесты с первой попытки.

Если теперь подсчитать время, затраченное на прохождение всех циклов обучения, то получим в результате суммарное время обучения $T_{sum} = 940$ часов. При этом средняя оценка в рамках дисциплины составит 4,58, а с учетом экзамена — 4,79 (округленно получается оценка «5»).

На рисунке 5 представлен **вариант 2** — студент посещает все занятия и сдает тесты с разного количества попыток.

Если теперь подсчитать время, затраченное на прохождение всех циклов обучения, исходя из данных, представленных на рисунке 5, то получим в результате суммарное время обучения $T_{sum} = 1990$ часов, что больше, чем в два раза, превосходит случай, представленный на рисунке 4. При этом средняя оценка в рамках дисциплины составит 3,25, а с учетом экзамена — 4,14 (округленно получается оценка «4»). Заметим, что в данной статье рас-

Узел	Время	Попытки	Оценка	Посещаемость	Оценка (результат)
Л1	60	0	0	0	0
ТЛ1	10	1	5	1	5
ПР1	60	0	0	0	0
ТПР1	10	1	4	1	4
ЛР1	60	1	4	1	4
ТЦ1	20	1	3	1	3
Л2	60	0	0	0	0
ТЛ2	10	1	5	1	5
ПР2	60	0	0	0	0
ТПР2	10	1	3	1	3
ЛР2	60	1	3	1	3
ТЦ2	20	1	4	1	4
Л3	60	0	0	0	0
ТЛ3	10	1	4	1	4
ПР3	60	0	0	0	0
ТПР3	10	1	3	1	3
ЛР3	60	0	0	0	0
ТЦ3	20	1	4	1	4
Л4	60	0	0	0	0
ТЛ4	10	1	3	1	3
ПР4	60	0	0	0	0
ТПР4	10	1	3	1	3
ЛР4	60	1	3	1	3
ТЦ4	20	1	4	1	4
OUT	60	1	5	1	5

Рис. 6. Результаты работы модели (рис. 3) для случая частичного посещения студентом занятий и сдачи тестов с первой попытки

считается автоматизированная система оценки учебного процесса студента и получаемые результаты являются рекомендательными.

Однако необходимо учитывать тот факт, что студент может не посетить часть занятий. В этом случае он теряет дополнительную оценку, которая в результате становится равной нулю. В формуле (1) учитывается общее количество оценок по дисциплине, и непосещение занятия, даже при условии, что задание сдается с первой попытки, приводит к понижению итоговой отметки по дисциплине. Такой вариант 3 — студент посещает не все занятия и сдает все тесты с первой попытки — представлен на рисунке 6.

Проведя анализ рисунка 6, можно сказать, что суммарное время обучения $T_{sum} = 940$ часов осталось неизменным, но посещено всего 11 учебных единиц вместо положенных 12. ЛР3 не учитывается при расчете оценки по дисциплине.

Необходимо рассмотреть случай, когда студент демонстрирует частичную посещаемость и несколько попыток сдачи теста. Вариант 4 — студент посещает не все занятия и сдает тесты не с первой попытки — представлен на рисунке 7. Как видно из этого рисунка, студент получает за большинство тестов

оценки «4» и «5», но, учитывая несколько попыток сдачи тестов, он понижает свою результирующую оценку. В этом случае весовой коэффициент оказывает свое влияние на формирование результирующей оценки за тест.

При сравнении результатов, представленных на рисунках 4 (с полной посещаемостью и сдачей с первой попытки) и 7 (с частичной посещаемостью и сдачей с разного количества попыток), можно сказать, что пропуск одного теста не влечет тотального понижения оценки, но может сыграть решающую роль при граничных значениях выставления оценки.

Результаты расчетов, представленные на рисунках 4–7, показывают возможность использования предлагаемой модели для оценки знаний обучающихся. На основе этого появляется возможность разработать программное обеспечение с учетом опыта, представленного в работе [22], и внедрить его в разных системах обучения (очного и заочного).

4. Заключение

В представленном исследовании рассматривается вопрос применения сетевого планирования в задаче

Узел	Время	Попытки	Оценка	Посещаемость	Оценка(результат)
Л1	60	0	0	0	0
ТЛ1	20	2	3	1	3
ДЛ1	30	0	0	0	0
ПР1	60	0	0	0	0
ТПР1	20	2	4	1	3,2
ДПР1	30	0	0	0	0
ЛР1	120	2	4	1	3,2
ТЦ1	40	2	3	1	3
ДЦ1	60	0	0	0	0
Л2	60	0	0	0	0
ТЛ2	20	2	4	1	3,2
ДЛ2	30	0	0	0	0
ПР2	60	0	0	0	0
ТПР2	20	2	3	1	3
ДПР2	30	0	0	0	0
ЛР2	120	2	5	1	4
ТЦ2	40	2	4	1	3,2
ДЦ2	60	0	0	0	0
Л3	60	0	0	0	0
ТЛ3	20	2	5	1	4
ДЛ3	30	0	0	0	0
ПР3	60	0	0	0	0
ТПР3	30	3	4	1	3
ДПР3	30	0	0	0	0
ЛР3	180	3	4	1	3
ТЦ3	60	3	3	1	3
ДЦ3	60	0	0	0	0
Л4	60	0	0	0	0
ТЛ4	30	0	0	0	0
ДЛ4	30	0	0	0	0
ПР4	60	0	0	0	0
ТПР4	20	2	5	1	4
ДПР4	30	0	0	0	0
ЛР4	120	2	3	1	3
ТЦ4	40	2	4	1	3,2
ДЦ4	60	0	0	0	0
OUT	60	1	5	1	5

Рис. 7. Результаты работы модели (рис. 3) для случая частичного посещения студентом занятий и сдачи тестов с разного количества попыток

адаптивного обучения студентов вуза, которое ранее для этих целей не использовалось. Это обстоятельство порождает необходимость исследования возможностей данного подхода. Для достижения задачи адаптивного обучения разработан соответствующий алгоритм сетевого планирования. На основе алгоритма была разработана компьютерная программа на языке программирования С++ и получены результаты, которые показывают применимость предлагаемого подхода на практике. Результаты, представленные в данной статье, являются основой для продолжения исследования и разработки более

совершенного алгоритма на основе сетевой модели, учитывающего различные параметры учебного процесса. Рассмотренный подход должен позволить предлагать обучающемуся не только повторение изучаемого материала, но и тип материала, составленного на основе связанных с данной дисциплиной предметов.

Список использованных источников

1. Силкина Н. С., Евдокимова А. С. Модель образовательного стандарта третьего поколения на основе компетентностного подхода для систем электронного обучения //

Вестник ЮУрГУ. Серия «Математическое моделирование и программирование». 2011. № 37. С. 90–98. <https://mmp.susu.ru/article/ru/135>

2. Борисов И. И., Запругаев С. А., Трофимов В. П., Карелина И. Г. Системы управления качеством образования и классическое университетское образование // Системы управления качеством высшего образования. Материалы второй международной научно-методической конференции. Воронеж: ВГУ, 2002. С. 5–12.

3. Екшикеев Т. К. Конкурентоспособность вузов и бизнеса: современные тенденции и взаимосвязь // Креативная экономика. 2013. № 3. С. 24–29. <https://creativeconomy.ru/lib/4892>

4. Терентьева Т. В., Кулакова М. Н. Факторы, влияющие на эффективность образовательных услуг вуза в современном обществе // Современные проблемы науки и образования. 2012. № 5. С. 249. <https://science-education.ru/ru/article/view?id=7123>

5. Мовчан И. Н. О роли контроля в учебной деятельности студентов // Сборник научных трудов по материалам международной научно-практической конференции. 2007. Т. 15. № 4. С. 3–4.

6. Furtak E. M., Seidel T., Iverson H., Briggs D. C. Experimental and quasi-experimental studies of inquiry-based science teaching: A meta-analysis // Review of Educational Research. 2012. Vol. 82. No. 3. P. 300–329. DOI: 10.3102/0034654312457206

7. Chorfi H., Jemni M. PERSO: Towards an adaptive e-learning system // Journal of Interactive Learning Research. 2004. Vol. 15. No. 4. P. 433–447.

8. Розенберг И. Н. Обучение по гибкой траектории // Современное дополнительное профессиональное педагогическое образование. 2015. Т. 1. № 1. С. 64–72. <http://www.arkpro.ru/doc/ver176/06.pdf>

9. Тархов С. В. Управление адаптивным обучением и его оптимизация на базе теории абстрактных автоматов и марковских процессов // Информационные технологии моделирования и управления. 2005. № 1. С. 39–45.

10. Растринин Л. А., Эренштейн М. Х. Адаптивное обучение с моделью обучаемого. Рига: Зинатне, 1988. 160 с.

11. Третьяков П. И., Митин С. Н., Бояринцева Н. Н. Адаптивное управление педагогическими системами. М.: Академия, 2003. 368 с.

12. Силкина Н. С., Соколинский Л. Б. Обзор адаптивных моделей электронного обучения // Вестник ЮУрГУ. Серия «Вычислительная математика и информатика». 2016. Т. 5. № 4. С. 61–76. DOI: 10.14529/cmse160405

13. Еременко Ю. И., Глуценко А. И. Использование гибридных нейронных сетей в задаче адаптивного тестирования // Системы управления и информационные технологии. 2008. № 1. С. 51–56.

14. Федоров Д. Ю. Кибернетический подход к управлению процессом обучения на основе семантических сетей знаний. СПб.: СПбПУ, 2016. 40 с.

15. Кудрявцев Д. В. Системы управления знаниями и применение онтологий. СПб.: СПбПУ, 2010. 343 с.

16. Брусиловский П. Л. Адаптивные и интеллектуальные технологии в сетевом обучении // Новости искусственного интеллекта. 2002. № 5. С. 25–31.

17. Гданский Н. И., Альтиментова Д. Ю. Адаптивные методы тестирования знания при компьютерных формах обучения. М.: РГСУ, 2015. 229 с. https://rgsu.net/netcat_files/1881/2654/Gdanskiy_Al_timentova_Tituly_vvedenie_oglavlenie_bibliografiya.pdf

18. Кудрявцев Е. М. Методы сетевого планирования и управления проектом. М.: ДМК Пресс, 2008. 238 с.

19. Аванесов В. С. Композиция тестовых заданий. М.: Центр тестирования, 2002. 238 с.

20. Алексеев А. Н., Волков Н. И., Майорова Т. А. К вопросу о повышении достоверности оценки при тестовом контроле // Открытое образование. 2004. № 3. С. 27–32.

21. Катаев М. Ю., Катаев С. Г. Подход к контролю знаний в виртуальной образовательной среде // Вестник Томского государственного педагогического университета. 2014. № 5. С. 41–44. https://vestnik.tspu.edu.ru/archive.html?year=2014&issue=5&article_id=4519

22. Катаев М. Ю., Корилов А. М., Мкртчян В. С. Концепция и структура автоматизированной системы мониторинга качества обучения студентов // Образование и наука. 2017. Т. 19. № 10. С. 30–46. DOI: 10.17853/1994-5639-2017-10-30-46

NETWORK PLANNING METHODOLOGY IN THE PROBLEM OF ADAPTIVE LEARNING OF UNIVERSITY STUDENTS

M. Yu. Kataev¹, A. A. Sukhorukov¹, L. A. Bulysheva²

¹ Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics
634050, Russia, Tomsk, prospect Lenina, 40

² Old Dominion University
USA, 23529, Norfolk, VA

Abstract

The article proposes a methodology of network planning in the problem of adaptive learning of university students. The elements of network planning are briefly presented, the use of adaptive learning methods in the educational process is described. The learning process in the university is considered, and the possibilities of describing it using the formalism of network planning within some discipline are analyzed. The developed technique for assessing the performance of tasks is given. The process of interaction between a teacher and a student in the learning process is described in terms of assessing the sequence of this interaction and the parameters of the proposed algorithm. The developed model of the discipline in the form of a linear sequence of actions for the study of the discipline is presented. To reflect the efforts made to obtain a learning outcome, a graphical representation of the discipline's network model is given. The results of the use of network graphics in the educational process within one discipline are presented. The formulas used to assess the student when using this technique are described. Several variants of passing the academic discipline by a student are considered, analytical data obtained by comparing these variants are presented. A computer program designed to support the developed technique is presented. The results of using the proposed methodology for assessing the study of a discipline by a university student are analyzed. The study of the methodology presented in the article can be useful for both university teachers and students.

Keywords: learning process, adaptive learning, network planning, university.

DOI: 10.32517/0234-0453-2020-35-8-45-56

For citation:

Kataev M. Yu., Sukhorukov A. A., Bulysheva L. A. Metodika setevogo planirovaniya v zadache adaptivnogo obucheniya studentov vuza [Network planning methodology in the problem of adaptive learning of university students]. *Informatika i obrazovanie — Informatics and Education*, 2020, no. 8, p. 45–56. (In Russian.)

Received: May 22, 2020.

Accepted: September 15, 2020.

About the authors

Mikhail Yu. Kataev, Doctor of Sciences (Engineering), Professor, Professor at the Department of Automated Control Systems, Faculty of Control Systems, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics, Russia; kmy@asu.tusur.ru; ORCID: 0000-0002-7710-5463

Alexander A. Sukhorukov, master student, Faculty of Control Systems, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics, Russia; akulla77@gmail.com

Larisa A. Bulysheva, Candidate of Sciences (Engineering), Associate Professor at the Department of Information Technology and Decision Making, Old Dominion University, Norfolk, USA; lbulyshe@odu.edu; ORCID: 0000-0001-5360-3460

References

1. *Silkina N. S., Evdokimova A. S.* Model' obrazovatel'no-go standarta tret'ego pokoleniya na osnove kompetentnostno-go podkhoda dlya sistem ehlektronno-go obucheniya [A model of educational standard third-generation on competence-based approach for e-learning systems]. *Vestnik YUUrGU. Seriya "Matematicheskoe modelirovanie i programirovanie" — Bulletin of the SUSU. Series "Mathematical Modelling, Programming & Computer Software"*, 2011, no. 37, p. 90–98. (In Russian.) Available at: <https://mmp.susu.ru/article/ru/135>

2. *Borisov I. I., Zapryagaev S. A., Trofimov V. P., Karelina I. G.* Sistemy upravleniya kachestvom obrazovaniya i klassicheskoe universitetskoe obrazovanie [Education quality management systems and classical university education]. *Sistemy upravleniya kachestvom vysshego obrazovaniya. Materialy vtoroj mezhdunarodnoj nauchno-metodicheskoy konferentsii [Quality management systems for higher education. Proc. second int. scientific and methodological conf.]*. Voronezh, VSU, 2002, p. 5–12. (In Russian.)

3. *Ekshikeev T. K.* Konkurentosposobnost' vuzov i biznesa: sovremennye tendentsii i vzaimosvyaz' [Competitiveness of high schools and business: modern trends and correlations]. *Kreativnaya ehkonomika — Creative Economy*, 2013, no. 3, p. 24–29. (In Russian.) Available at: <https://creativeconomy.ru/lib/4892>

4. *Terentyeva T. V., Kulakova M. N.* Faktory, vliyayushchie na ehffektivnost' obrazovatel'nykh uslug vuza v sovremennom obshchestve [The factors influencing efficiency of educational services of higher education institution in modern society]. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya — Modern Problems of Science and Education*, 2012, no. 5, p. 249. (In Russian.) Available at: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=7123>

5. *Movchan I. N.* O roli kontrolya v uchebnoj deyatel'nosti studentov [On the role of control in the educational activities of students]. *Sbornik nauchnykh trudov po materialam mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferentsii — Collection of Scientific Papers Based on the Materials of the International Scientific and Practical Conference*, 2007, vol. 15, no. 4, p. 3–4. (In Russian.)

6. *Furtak E. M., Seidel T., Iverson H., Briggs D. C.* Experimental and quasi-experimental studies of inquiry-based science teaching: A meta-analysis. *Review of Educational Research*, 2012, vol. 82, no. 3, p. 300–329. DOI: 10.3102/0034654312457206

7. *Chorfi H., Jemni M.* PERSO: Towards an adaptive e-learning system. *Journal of Interactive Learning Research*, 2004, vol. 15, no. 4, p. 433–447.

8. *Rosenberg I. N.* Obuchenie po gibkoj traektorii [Training for flexible trajectory]. *Sovremennoe dopolnitel'noe professional'noe pedagogicheskoe obrazovanie — Modern Additional Professional Pedagogical Education*, 2015, vol. 1, no. 1, p. 64–72. (In Russian.) Available at: <http://www.apk-pro.ru/doc/ver176/06.pdf>

9. *Tarkhov S. V.* Upravlenie adaptivnym obucheniem i ego optimizatsiya na baze teorii abstraktnykh avtomatov i

markovskikh protsessov [Adaptive learning management and optimization based on the theory of abstract automata and markov processes]. *Informatsionnye tekhnologii modelirovaniya i upravleniya — Information Technology Modeling and Control*, 2005, no. 1, p. 39–45. (In Russian.)

10. *Rastrigin L. A., Erenshstein M. Kh.* Adaptivnoe obuchenie s model'yu obuchaemogo [Adaptive learning with a learner model]. Riga, Zinatne, 1988. 160 p. (In Russian.)

11. *Tretyakov P. I., Mitin S. N., Boyarintseva N. N.* Adaptivnoe upravlenie pedagogicheskimi sistemami [Adaptive management of pedagogical systems]. Moscow, Akademiya, 2003. 368 p. (In Russian.)

12. *Silkina N. S., Sokolinsky L. B.* Obzor adaptivnykh modelej ehlektronno-go obucheniya [Survey of adaptive e-learning models]. *Vestnik YUUrGU. Seriya "Vychislitel'naya matematika i informatika" — Bulletin of the SUSU. Series "Computational Mathematics and Software Engineering"*, 2016, vol. 5, no. 4, p. 61–76. (In Russian.) DOI: 10.14529/cmse160405

13. *Eremenko Yu. I., Glushchenko A. I.* Ispol'zovanie gibridnykh nejronnykh setej v zadache adaptivnogo testirovaniya [Use of hybrid neural networks in adaptive testing problem]. *Sistemy upravleniya i informatsionnye tekhnologii — Control Systems and Information Technology*, 2008, no. 1, p. 51–56. (In Russian.)

14. *Fedorov D. Yu.* Kiberneticheskij podkhod k upravleniyu protsessom obucheniya na osnove semanticheskikh setej znaniy [Cybernetic approach to management of the learning process based on semantic knowledge networks]. Saint Petersburg, SPbPU, 2016. 40 p. (In Russian.)

15. *Kudryavtsev D. V.* Sistemy upravleniya znaniyami i primeneniye ontologij [Knowledge management systems and application of ontologies]. Saint Petersburg, SPbPU, 2010. 343 p. (In Russian.)

16. *Brusilovsky P. L.* Adaptivnye i intellektual'nye tekhnologii v setevom obuchenii [Adaptive and intelligent technologies in network learning]. *Novosti ikusstvennogo intellekta — Artificial Intelligence News*, 2002, no. 5, p. 25–31. (In Russian.)

17. *Gdanskij N. I., Altimentova D. Yu.* Adaptivnye metody testirovaniya znaniya pri komp'yuternykh formakh obucheniya [Adaptive methods of testing knowledge in computer forms of education]. Moscow, RSSU, 2015. 229 p. (In Russian.) Available at: https://rgsu.net/netcat_files/1881/2654/Gdanskij__Al_timentova_Tituly__vvedenie__oglavlenie__bibliografiya.pdf

18. *Kudryavtsev E. M.* Metody setevogo planirovaniya i upravleniya proektom [Network planning and project management techniques]. Moscow, DMK Press, 2008. 238 p. (In Russian.)

19. *Avanesov B. C.* Kompozitsiya testovykh zadaniy [Composition of test items]. Moscow, Tsentr testirovaniya, 2002. 238 p. (In Russian.)

20. *Alekseev A. N., Volkov N. I., Mayorova T. A.* K voprosu o povyshenii dostovernosti otsenki pri testovom kontrole [On the question of increasing the reliability of the assessment during test control]. *Otkrytoe obrazovanie — Open Education*, 2004, no. 3, p. 27–32. (In Russian.)

21. *Kataev M. Yu., Kataev S. G. Podkhod k kontrolyu znanij v virtual'noj obrazovatel'noj srede [Approach to knowledge control in a virtual educational environment]. Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta — Tomsk State Pedagogical University Bulletin, 2014, no. 5, p. 41–44. (In Russian.) Available at: https://vestnik.tspu.edu.ru/archive.html?year=2014&issue=5&article_id=4519*

22. *Kataev M. Yu., Korikov A. M., Mkrtchyan V. S. Kontseptsiya i struktura avtomatizirovannoj sistemy monitoringa kachestva obucheniya studentov [Concept and structure of automated system for monitoring student learning quality]. Obrazovanie i nauka — The Education and Science Journal, 2017, vol. 19, no. 10, p. 30–46. (In Russian.) DOI: 10.17853/1994-5639-2017-10-30-46*

НОВОСТИ

Рынок труда на историческом переломе

В результате развития технологий 85 млн сотрудников средних и крупных предприятий лишатся работы к 2025 году. К этому же времени будет создано 97 млн новых рабочих мест, в частности, в таких сферах, как искусственный интеллект, «зеленая экономика» и облачные технологии. Такие данные содержит исследование Всемирного экономического форума (ВЭФ) *The Future of Jobs 2020* («Будущее рабочих мест, 2020»). Аналитики опросили представителей компаний из 26 стран и 15 отраслей.

Эксперты говорят о том, что период, в течение которого сотрудники должны проходить переквалификацию, сокращается с каждым годом. Переподготовка к 2025 году может понадобиться 50 % сотрудников, иначе они останутся без работы.

Пандемия коронавируса ускорила развитие автоматизации и роботизации. Основное отличие от предыдущих лет в том, что старые места пока сокращаются быстрее, чем создаются новые. Опрошенные работодатели ожидают, что к 2025 году количество «излишних» позиций сократится с 15,4 % до 9 % (минус 6,4 процентных пунктов), а число новых профессий вырастет с 7,8 % до 13,5 % (плюс 5,7 процентных пунктов). Таким образом, как говорится в докладе, к 2025 году множество рабочих мест могут быть вытеснены из-за сдвига в разделении труда между людьми и машинами. В то же время могут появиться новые позиции, которые более адаптированы к новому разделению труда между людьми, машинами и алгоритмами.

Свыше 50 % работодателей уверены, что автоматизация предприятий в ближайшее время ускорится. При этом 43 % руководителей полагают, что она приведет к сокращению рабочих мест. 41 % планирует привлекать большее количество подрядчиков для выполнения специализированных работ, а 34 % планируют набрать новый персонал, поскольку возникли новые возможности для бизнеса благодаря технологическим нововведениям.

Быстрее всего работы лишатся операторы ввода данных, бухгалтеры, аудиторы, администраторы, секретари, монтажники и заводские рабочие, служба поддержки клиентов и другие сотрудники, рабочие процессы которых легко автоматизировать. Специалисты ожидают, что к 2025 году половину работ будет выполнять компьютеры либо роботизированные линии.

Самыми востребованными позициями станут аналитики данных, ученые, специалисты по искусственному интеллекту и машинному обучению, автоматизации процессов, информационной безопасности, программному обеспечению. Ожидается, что темпы внедрения технологий останутся неизменными либо ускорятся в некоторых областях. Облачные вычисления, большие данные, электронная коммерция остаются приоритет-

ными направлениями для лидеров бизнеса. Также наблюдается значительный рост интереса к робототехнике и искусственному интеллекту.

ВЭФ прогнозирует, что спрос на должности, в которых используются навыки человека, будет расти. Больше всего будут востребованы критическое мышление, анализ, способность решать проблемы, а также желание активно обучаться. При этом будут не менее цениться «мягкие» навыки — стрессоустойчивость и гибкость.

Наибольшую конкурентоспособность в новых условиях продемонстрируют компании, которые инвестируют в переподготовку и повышение квалификации работников. В среднем, по оценкам компаний, около 40 % работников будут нуждаться в переобучении в течение шести месяцев или менее. В развивающихся странах, где доля низкоквалифицированного труда несоизмеримо выше, обучение новым навыкам будет проходить труднее.

Эксперты отмечают, что период обучения для переквалификации и повышения квалификации работников стал короче. Однако, несмотря на нынешний экономический спад, подавляющее большинство работодателей признают значение инвестиций в человеческий капитал. В среднем 66 % опрошенных работодателей рассчитывают получить отдачу от инвестиций в повышение квалификации и переподготовку кадров в течение одного года. Но 17 % работодателей не уверены, успеют ли они получить отдачу от обучения сотрудников — настолько непредсказуем сейчас рынок. В среднем работодатели рассчитывают предложить переобучение и повышение квалификации чуть более чем 70 % их сотрудников к 2025 году.

Онлайн-обучение переживает бурный подъем. Так, в четыре раза увеличилось количество людей, ищущих возможности для обучения в режиме онлайн по собственной инициативе, и в пять раз увеличилось число работодателей, предоставляющих своим работникам возможности для обучения в режиме онлайн. В девять раз увеличилось число учащихся, получающих доступ к онлайн-обучению по государственным программам. Те, кто работает по найму, делают больший акцент на персональных курсах личного развития. Те, кто сейчас без работы, уделяют больше внимания обучению цифровым навыкам, таким как анализ данных, компьютерные науки и информационные технологии.

84 % работодателей настроены на быструю цифровизацию рабочих процессов, в том числе переход на дистанционную работу. Треть работодателей отметили, что для решения проблем, связанных с производительностью и эффективностью, будут особенно востребованы цифровые инструменты, с помощью которых сотрудники будут не только способствовать процветанию бизнеса, но и по-прежнему чувствовать себя полноценными членами коллектива.

(По материалам CNews)