

ББК 65.9 (2Р) 24  
С 744  
УДК 338 (470)

Под редакцией профессора *В. А. Гуртова*

**С 744**     **Спрос и предложение на рынке труда и рынке образовательных услуг в регионах России** : сб. докладов по материалам Седьмой Всероссийской научно-практической Интернет-конференции (13–14 октября 2010 г.). Кн. II. – Петрозаводск : Изд-во ПетрГУ, 2010. – 280 с.

ISBN 978-5-8021-1205-2

Рассматриваются проблемы рынка труда и рынка образовательных услуг в регионах России. Проводятся анализ рынка труда, прогнозирование развития системы образования и работы центров занятости населения.

**ББК 65.9 (2Р) 24**  
**УДК 338 (470)**

ISBN 978-5-8021-1205-2

© Петрозаводский государственный университет, оригинал-макет, 2010

## МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЧИСЛЕННОСТИ СТУДЕНТОВ И ВЫПУСКНИКОВ СИСТЕМЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

**А. А. Семенов**

*Центр бюджетного мониторинга  
ГОУ ВПО «Петрозаводский государственный университет»,  
г. Петрозаводск*

*asemenov@psu.karelia.ru*

Прогнозирование численности выпускников является актуальной задачей, поскольку выпускники учреждений профессионального образования формируют основное предложение на рынке труда.

Настоящая работа является логическим продолжением работ коллектива авторов Центра бюджетного мониторинга ПетрГУ по прогнозированию развития системы образования по подготовке кадров.

При построении модели функционирования системы профессионального образования принимаются следующие основные допущения:

1) Выпускникам 11-х классов школ и гражданам со средним (полным) общим образованием в поисках возможности получения профессионального образования доступны три альтернативы:

- ОУ начального профессионального образования (НПО) со сроком обучения 1–2 года (ОУ НПО);
- ОУ среднего профессионального образования (СПО) со сроком обучения от 3 до 5 лет (ОУ СПО);
- ОУ высшего профессионального образования (ВПО) со сроком обучения от 4 до 7 лет (ОУ ВПО).

2) Выпускникам 9-х классов школ и гражданам с основным общим образованием в поисках возможности получения профессионального образования доступны две альтернативы:

- ОУ НПО со сроком обучения от 2 до 4 лет;
- ОУ СПО со сроком обучения от 3 до 5 лет.

3) Желаящие учиться не могут одновременно поступить в два или более образовательных учреждения.

4) Обучающиеся в рамках одного образовательного учреждения не могут одновременно обучаться на двух или более факультетах.

Эти допущения использовались и в более ранних моделях [1–3], однако в более простом виде, без учета разных сроков обучения. Счи-

талось, что все, поступившие в ОУ НПО, учатся 2 года, в ОУ СПО – 4 года, в ОУ ВПО – 5 лет.

Согласно статистическим данным [5–9] по приемам в образовательные учреждения профессионального образования:

- в ОУ НПО поступают лица, имеющие основное общее или среднее (полное) общее образование, полученное в текущем году или в предыдущие годы (это выпускники 9-х и 11-х классов школ), а также лица, не имеющие основного общего образования. В статистике отсутствуют данные по приемам в ОУ НПО лиц, имеющих профессиональное образование (начальное, среднее или высшее);

- в ОУ СПО поступают лица, имеющие основное общее, среднее (полное) общее образование, начальное профессиональное образование, полученное в текущем году или в предыдущие годы, а также лица, имеющие среднее или высшее профессиональное образование;

- в ОУ ВПО поступают лица, имеющие среднее (полное) общее образование, начальное или среднее профессиональное образование, полученное в текущем году или в предыдущие годы, а также лица, имеющие высшее профессиональное образование.

При прогнозировании движения потока студентов с курса на курс учитывается следующее:

1. Зачисление в ОУ СПО выпускников 9-х классов производится на I курс, выпускников 11-х классов – на II курс. Абитуриенты, поступающие на заочное отделение СПО, зачисляются на III курс.

2. В ОУ ВПО зачисление производится только на I курс для всех форм обучения (очная, заочная и т. д.).

3. Переход студентов с курса на курс характеризуется коэффициентом отсева, определяемым по статистическим данным за предыдущие годы.

### **Структурная модель**

Блок-схема, представленная на рис. 1, показывает возможности для получения профессионального образования. Стрелками показаны возможные пути дальнейшего обучения для каждой ступени образования. Постфиксом “\_L” обозначены группы людей, имеющих определенный уровень образования (выпускники образовательных учреждений, не продолжающие свое обучение в текущем году).

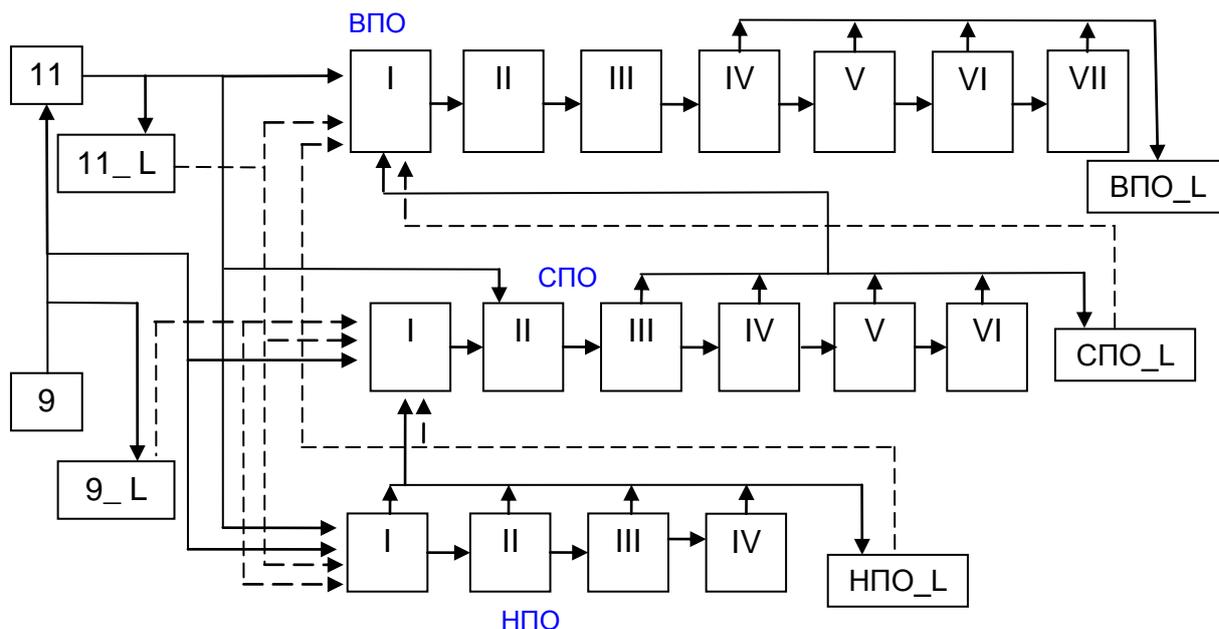


Рис. 1. Модель функционирования системы образования, учитывающая возможность поступления выпускников предыдущих лет

На рис. 2 представлена блок-схема модели движения студентов по курсам для системы ВПО. Здесь приняты следующие основные допущения:

1. Восстановление на I курс не допускается.
2. На II и III курсы восстанавливается примерно 50 % отчисленных.

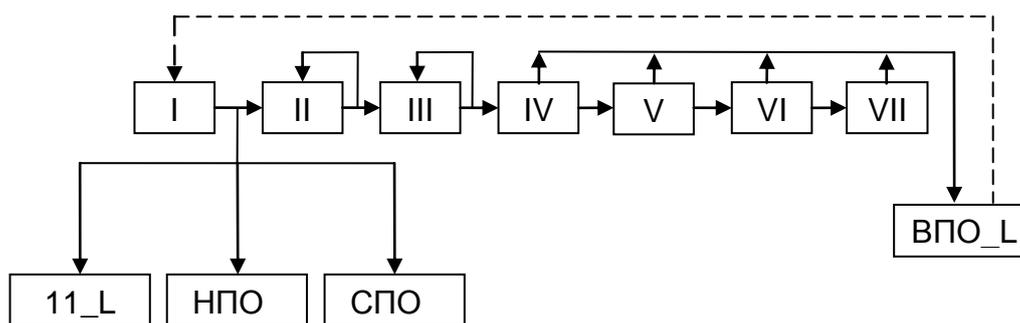


Рис. 2. Модель, описывающая возможности восстановления и повторного приема отчисленных студентов в ОУ ВПО

На рис. 3 представлена блок-схема модели, описывающей систему высшего профессионального образования с учетом уровневой подго-

товки «бакалавр – специалист – магистр». Согласно статистическим данным, обучение бакалавров может длиться от 4 до 5 лет (5 лет для заочной формы обучения). Срок обучения специалистов – от 4 до 7 лет. Срок обучения зависит от формы обучения (очная/заочная), программы обучения (стандартная программа обучения или сокращенная) и выбранной специальности.

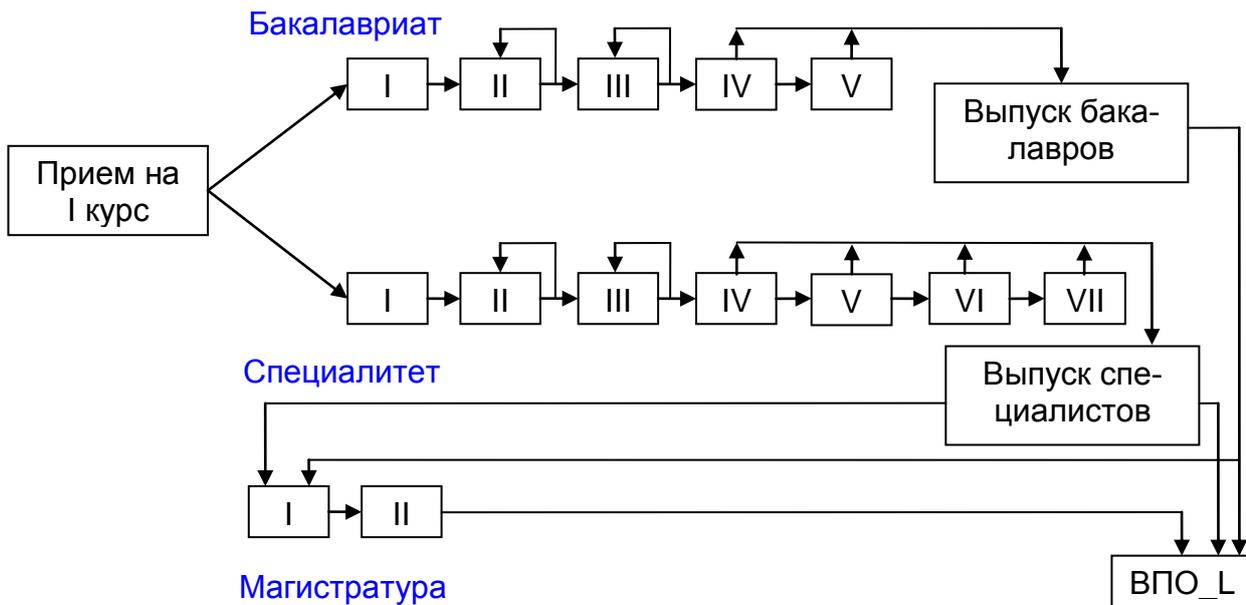


Рис. 3. Модель, описывающая систему высшего профессионального образования с учетом уровневой подготовки «бакалавр – специалист – магистр»

### Математическая модель

Входными данными для построения математической модели, позволяющей прогнозировать приемы, выпуски и численность студентов образовательных учреждений профессионального образования, являются потоки выпускников 9-х и 11-х классов школ, построенные по демографическим данным рождаемости.

### *Расчет приемов в образовательные учреждения начального, среднего и высшего профессионального образования*

Для построения прогноза приемов в образовательные учреждения начального, среднего и высшего профессионального образования используются следующие статистические данные:

- $V_9(i)$  – выпуск 9-х классов текущего года;
- $V_{11}(i)$  – выпуск 11-х классов текущего года;
- $ktg_{10}(i)$  – численность учащихся 10-х классов;
- $P_N(i)$  – прием текущего года в образовательные учреждения (ОУ) начального профессионального образования (НПО), в том числе:
- $P_{N_{9i}}(i)$  – прием в ОУ НПО выпускников 9-х классов текущего года;
- $P_{N_{9r}}(i)$  – прием в ОУ НПО выпускников 9-х классов прошлых лет;
- $P_{N_{11i}}(i)$  – прием в ОУ НПО выпускников 11-х классов текущего года;
- $P_{N_{11r}}(i)$  – прием в ОУ НПО выпускников 11-х классов прошлых лет;
- $P_{N_{9w}}(i)$  – прием в ОУ НПО лиц, не имеющих основного общего образования;
- $P_S(i)$  – прием текущего года в образовательные учреждения среднего профессионального образования (СПО), в том числе:
- $P_{S_{9i}}(i)$  – прием в ОУ СПО выпускников 9-х классов текущего года;
- $P_{S_{9r}}(i)$  – прием в ОУ СПО выпускников 9-х классов прошлых лет;
- $P_{S_{11i}}(i)$  – прием в ОУ СПО выпускников 11-х классов текущего года;
- $P_{S_{11r}}(i)$  – прием в ОУ СПО выпускников 11-х классов прошлых лет;
- $P_{S_{Ni}}(i)$  – прием в ОУ СПО выпускников ОУ НПО текущего года;
- $P_{S_{Nr}}(i)$  – прием в ОУ СПО выпускников ОУ НПО прошлых лет;
- $P_{S_{sv}}(i)$  – прием в ОУ СПО лиц, имеющих среднее или высшее образование;
- $P_V(i)$  – прием текущего года в образовательные учреждения высшего профессионального образования (ВПО), в том числе:
- $P_{V_{11i}}(i)$  – прием в ОУ ВПО выпускников 11-х классов текущего года;
- $P_{V_{11r}}(i)$  – прием в ОУ ВПО выпускников 11-х классов прошлых лет;
- $P_{V_{Ni}}(i)$  – прием в ОУ ВПО выпускников ОУ НПО текущего года;
- $P_{V_{Nr}}(i)$  – прием в ОУ ВПО выпускников ОУ НПО прошлых лет;
- $P_{V_{Si}}(i)$  – прием в ОУ ВПО выпускников ОУ СПО текущего года;
- $P_{V_{Sr}}(i)$  – прием в ОУ ВПО выпускников ОУ СПО прошлых лет;
- $P_{V_v}(i)$  – прием в ОУ ВПО лиц, имеющих высшее образование;
- $V_N(i)$  – выпуск из ОУ НПО текущего года;
- $V_S(i)$  – выпуск из ОУ СПО текущего года;

$V_v(i)$  – выпуск из ОУ ВПО текущего года;

$ktg_N(i)$  – численность обучающихся в ОУ НПО в текущем году;

$ktg_S(i)$  – численность студентов ОУ СПО в текущем году;

$ktg_v(i)$  – численность студентов ОУ ВПО в текущем году.

Рассмотрим последовательно структуру выходных потоков выпускников 9-х и 11-х классов школ, а также входных потоков в ОУ НПО, СПО, ВПО.

Выпускник 9-го класса имеет несколько альтернативных путей для дальнейшего обучения – во-первых, он может продолжить учебу в 10-м классе школы, во-вторых, он может поступить в ОУ НПО, в-третьих, он может поступить в ОУ СПО, и, наконец, в-четвертых, он может никуда не поступить в текущем году и попытаться поступить в последующие годы.

$k_{9-10}(i) = \frac{ktg_{10}(i)}{V_9(i)}$  – доля выпускников 9-х классов, перешедших в 10-й класс;

$k_{9-N}(i) = \frac{P_{N-9i}(i)}{V_9(i)}$  – доля выпускников 9-х классов, поступивших в текущем году в ОУ НПО;

$k_{N-9w}(i) = \frac{P_{N-9w}(i)}{V_9(i)}$  – доля лиц, поступающих в ОУ НПО, не имеющих основного общего образования;

$k_{9-S}(i) = \frac{P_{S-9i}(i)}{V_9(i)}$  – доля выпускников 9-х классов, поступивших в текущем году в ОУ СПО;

$R_9(i) = V_9(i) - ktg_{10}(i) - P_{N-9i}(i) - P_{S-9i}(i)$  – число выпускников 9-х классов, не поступивших в текущем году;

$k_{9r}(i) = \frac{R_9(i)}{V_9(i)}$  – доля выпускников 9-х классов, не поступивших в текущем году.

Выпускник 11-го класса школы также имеет несколько вариантов для продолжения своего обучения – он может продолжить учебу в ОУ одного из трех уровней профессионального образования (начального, среднего или высшего) или он может никуда не поступить в текущем году и попытаться поступить в последующие годы.

$k_{11\_N}(i) = \frac{P_{N\_11i}(i)}{V_{11}(i)}$  – доля выпускников 11-х классов, поступивших в теку-

щем году в ОУ НПО;

$k_{11\_S}(i) = \frac{P_{S\_11i}(i)}{V_{11}(i)}$  – доля выпускников 11-х классов, поступивших в теку-

щем году в ОУ СПО;

$k_{11\_V}(i) = \frac{P_{V\_11i}(i)}{V_{11}(i)}$  – доля выпускников 11-х классов, поступивших в теку-

щем году в ОУ ВПО;

$R_{11}(i) = V_{11}(i) - P_{N\_11i}(i) - P_{S\_11i}(i) - P_{V\_11i}(i)$  – число выпускников 11-х классов, не поступивших в текущем году;

$k_{11r}(i) = \frac{R_{11}(i)}{V_{11}(i)}$  – доля выпускников 11-х классов, не поступивших в теку-

щем году.

Рассмотрим теперь структуру выпускников 9-х и 11-х классов прошлых лет, поступающих в текущем году в доступные для них образовательные учреждения.

$P_{9r}(i) = P_{N\_9r}(i) + P_{S\_9r}(i)$  – общее число выпускников 9-х классов прошлых лет, поступивших в текущем году в образовательные учреждения профессионального образования;

$k_{9r\_N}(i) = \frac{P_{N\_9r}(i)}{P_{9r}(i)}$  – доля поступивших в ОУ НПО из числа выпускников

9-х классов прошлых лет;

$k_{9r\_S}(i) = \frac{P_{S\_9r}(i)}{P_{9r}(i)}$  – доля поступивших в ОУ СПО из числа выпускников

9-х классов прошлых лет;

$P_{11r}(i) = P_{N\_11r}(i) + P_{S\_11r}(i) + P_{V\_11r}(i)$  – число выпускников 11-х классов прошлых лет, поступивших в текущем году в ОУ НПО,

$k_{11r\_N}(i) = \frac{P_{N\_11r}(i)}{P_{11r}(i)}$  – доля поступивших в ОУ НПО из числа выпускников

11-х классов прошлых лет;

$k_{11r\_S}(i) = \frac{P_{S\_11r}(i)}{P_{11r}(i)}$  – доля поступивших в ОУ СПО из числа выпускников

11-х классов прошлых лет;

$k_{11r\_V}(i) = \frac{P_{V\_11r}(i)}{P_{11r}(i)}$  – доля поступивших в ОУ ВПО из числа выпускников

11-х классов прошлых лет.

Анализ статистических данных по приемам в ОУ СПО и ВПО показывает, что выпускники систем НПО, СПО и ВПО продолжают свое обучение в системах СПО и ВПО, причем они могут предпринимать попытки к поступлению в ОУ более высокой ступени образования, как в год выпуска, так и в последующие годы:

$k_{N\_S}(i) = \frac{P_{S\_Ni}(i)}{V_N(i)}$  – доля выпускников ОУ НПО, поступивших в текущем

году в ОУ СПО;

$k_{N\_V}(i) = \frac{P_{V\_Ni}(i)}{V_N(i)}$  – доля выпускников ОУ НПО, поступивших в текущем

году в ОУ ВПО;

$k_{S\_V}(i) = \frac{P_{V\_Si}(i)}{V_S(i)}$  – доля выпускников ОУ СПО, поступивших в текущем

году в ОУ ВПО;

$k_{V\_V}(i) = \frac{P_{V\_Vi}(i)}{V_V(i)}$  – доля выпускников ОУ ВПО, поступивших в текущем

году в ОУ ВПО;

$k_{S\_Nr}(i) = \frac{P_{S\_Nr}(i)}{V_N(i-1)}$  – доля выпускников ОУ НПО прошлого года, посту-

пивших в текущем году в ОУ СПО;

$k_{V\_Nr}(i) = \frac{P_{V\_Nr}(i)}{V_N(i-1)}$  – доля выпускников ОУ НПО прошлого года, посту-

пивших в текущем году в ОУ ВПО;

$k_{V\_Sr}(i) = \frac{P_{V\_Sr}(i)}{V_S(i-1)}$  – доля выпускников ОУ СПО прошлого года, посту-

пивших в текущем году в ОУ ВПО.

Следует отметить, что, согласно статистическим данным, в приеме в ОУ СПО присутствуют лица, имеющие СПО или ВПО, однако разделить их между собой на основе имеющихся данных не представляется возможным, поэтому следующее ниже соотношение имеет оценочный характер:

$M_{S\_S}(i) = \frac{2}{3} \cdot P_{S\_SV}(i)$  – численность лиц в приеме ОУ СПО текущего года,

имеющих СПО,

$k_{S\_S}(i) = \frac{M_{S\_S}(i)}{V_S(i)}$  – доля выпускников ОУ СПО текущего года, продол-

жающих обучение в ОУ СПО.

В прием в ОУ ВПО небольшой вклад вносят лица, имеющие ВПО, однако нельзя определить, в каком году они окончили ОУ ВПО, поэтому делается предположение о том, что в ОУ ВПО вновь поступают выпускники текущего и предыдущего годов.

$k_{v-v}(i) = \frac{P_{v-v}(i)}{V_v(i) + V_v(i-1)}$  – доля выпускников ОУ ВПО (текущего и предыдущего годов), поступивших в ОУ ВПО в текущем году.

Наиболее неоднозначным представляется прогноз числа выпускников 9-х и 11-х классов прошлых лет, поступающих в ОУ в текущем году, поскольку оценка, приведенная в [2], учитывающая вклад не поступивших выпускников трех предыдущих лет, существенно расходится с имеющимися статистическими данными – число не поступивших выпускников 9-х и 11-х классов очень быстро снижается в последние годы, однако численность выпускников 9-х и 11-х классов прошлых лет в приемах в ОУ ВПО и СПО сохраняется на прежнем уровне.

Это несоответствие можно объяснить тем, что в это число входят не только выпускники 9-х и 11-х классов, не поступившие в год окончания школы и предпринимающие новые попытки к поступлению в текущем году, но и отчисленные с первых курсов ОУ СПО и ВПО студенты, поступающие вновь в текущем году.

Учет таких абитуриентов можно произвести, сохранив долю выпускников 9-х и 11-х классов прошлых лет в приемах в ОУ СПО и ВПО.

$k_{v-11r} = \frac{P_{v-11r}(i)}{P_v(i)}$  – доля выпускников 11-х классов прошлых лет в приеме в ОУ ВПО текущего года;

$k_{s-11r} = \frac{P_{s-11r}(i)}{P_s(i)}$  – доля выпускников 11-х классов прошлых лет в приеме в ОУ СПО текущего года.

Таким образом, можно записать уравнения для приемов в образовательные учреждения профессионального образования с учетом введенных выше обозначений:

для ОУ НПО

$$P_N(i) = V_9(i) \cdot k_{9-N}(i) + V_{11}(i) \cdot k_{11-N}(i) + V_9(i) \cdot k_{N-9w}(i) + k_{9r-N} \cdot M_{9r}(i) + k_{11r-N}(i) \cdot M_{11r}(i); \quad (1)$$

для ОУ СПО

$$P_S(i) = V_9(i) \cdot k_{9-S}(i) + V_{11}(i) \cdot k_{11-S}(i) + V_N(i) \cdot k_{N-S}(i) + k_{9r-S} \cdot M_{9r}(i) +$$

$$+k_{11r_s}(i) \cdot M_{11r}(i) + k_{Nr_s} \cdot V_N(i-1) + \frac{3}{2} \cdot M_{S_s}(i); \quad (2)$$

для ОУ ВПО

$$P_V(i) = V_{11}(i) \cdot k_{11_v}(i) + V_N(i) \cdot k_{N_v}(i) + V_S(i) \cdot k_{S_v}(i) + \\ + V_V \cdot k_{V_v}(i) + k_{11r_v}(i) \cdot M_{11r}(i) + k_{Nr_v}(i) \cdot V_N(i-1) + k_{Sr_v}(i) \cdot V_S(i-1). \quad (3)$$

### ***Расчет выпуска и контингента студентов дневных образовательных учреждений начального профессионального образования***

Формы статистической отчетности по образовательным учреждениям начального профессионального образования несколько отличаются от форм для учреждений среднего и высшего образования. В частности, отсутствует распределение численности студентов по курсам. Однако косвенно судить о численности студентов на каждом курсе позволяет детализация приема по срокам обучения студентов. Таким образом, для расчета выпуска и контингента студентов образовательных учреждений начального профессионального образования необходимы следующие данные из форм статистической отчетности:

$P_N(i)$  – прием в дневные образовательные учреждения начального профессионального образования, в том числе:

$S_1(i) \cdot P_N(i)$  – принято учащихся со сроком обучения до 1 года включительно;

$S_2(i) \cdot P_N(i)$  – принято учащихся со сроком обучения свыше 1 года и до 2 лет включительно;

$S_3(i) \cdot P_N(i)$  – принято учащихся со сроком обучения свыше 2 лет и до 3 лет включительно;

$S_4(i) \cdot P_N(i)$  – принято учащихся со сроком обучения свыше 3 лет,

где  $S_j(i)$  – доля приема в  $i$ -м году со сроком обучения  $j$  лет,  $j = \overline{1,4}$ .

Очевидно, что  $\sum_{j=1}^4 S_j(i) = 1$ .

$V_N^f(i)$  – выпущено учащихся в  $i$ -м году,

$ktg^f N(i)$  – численность учащихся дневных образовательных учреждений начального профессионального образования.

С учетом данных о структуре приема можно построить выражение, описывающее максимально возможный выпуск в  $i$ -м году, который возможен в случае, если выпуск будут составлять все учащиеся без отсева. Назовем его теоретическим выпуском:

$$V_N^{th}(i) = \sum_{j=1}^4 S_j(i-j) \cdot P_N(i-j). \quad (4)$$

Введем коэффициент, характеризующий процессы отсева учащихся при переходе с курса на курс:

$$Q_V(i) = \frac{V_N^f(i)}{V_N^{th}(i)}. \quad (5)$$

Таким образом, расчет выпуска производится по формуле

$$V_N(i) = V_N^{th}(i) \cdot Q_V(i). \quad (6)$$

Аналогично можно построить выражения для максимально возможной, теоретической, численности учащихся и коэффициента «сохранения» контингента учащихся:

$$ktg^{th} N(i) = \sum_{j=1}^4 S_j(i) \cdot P_N(i) + \sum_{j=2}^4 S_j(i-1) \cdot P_N(i-1) + \sum_{j=3}^4 S_j(i-2) \cdot P_N(i-2) + S_4(i-3) \cdot P_N(i-3). \quad (7)$$

$$Q_{ktg}(i) = \frac{ktg^f N(i)}{ktg^{th} N(i)}. \quad (8)$$

Таким образом, через приемы прошлых лет можно найти контингент учащихся ОУ НПО:

$$ktgN(i) = ktg^{th} N(i) \cdot Q_{ktg}(i). \quad (9)$$

### ***Расчет выпуска, контингента студентов образовательных учреждений среднего профессионального образования***

Анализ статистических данных по системе среднего профессионального образования за 2000–2009 гг. позволяет выделить следующие величины:

$P_s(i)$  – прием СПО;

$V_s(i)$  – выпуск СПО;

$ktg S(i)$  – численность студентов СПО;

$ktg S_j(i)$  – численность студентов  $j$ -го курса СПО,  $j = \overline{1,6}$ .

Общая численность студентов системы среднего профессионального образования определяется суммой обучающихся на I–VI курсах:

$$ktg S(i) = \sum_{j=1}^6 ktg S_j(i). \quad (10)$$

Согласно статистическим данным, прием в образовательные учреждения среднего профессионального образования осуществляется на I, II или III курс. На I курс зачисляются лица, имеющие основное общее образование (9 классов), либо лица, имеющие начальное профес-

сиональное образование (НПО), на II курс зачисляются лица, имеющие среднее (полное) общее образование (11 классов), и, наконец, на III курс зачисляются студенты заочной формы обучения. Таким образом, не получается определить коэффициенты отсева при переходах с I на II и со II на III курс делением контингента II курса текущего года на контингент I курса прошлого года и контингента III курса текущего года на контингент II курса прошлого года.

Приняв во внимание все обстоятельства (прием ведется на первые три курса, переход с курса на курс происходит последовательно, без скачков), можно попытаться выделить доли приемов на каждый из трех курсов, а также найти коэффициенты переходов с I курса на II курс и со II курса на III курс.

Доля первокурсников в приеме

$$C_1 = \frac{ktg S_1(i)}{P_S(i)}. \quad (11)$$

Предположим, что суммарный контингент первых трех курсов текущего года определяется приемом текущего года и контингентом первых двух курсов прошлого года, тогда можно найти суммарное число отчисленных студентов с I и II курсов.

Отчислено с первых двух курсов:

$$S_{1,2}^{out}(i) = P_S(i) + \sum_{j=1}^3 ktg S_j(i) - \sum_{m=1}^2 ktg S_m(i-1). \quad (12)$$

Введем долю отчисленных с I курса от числа отчисленных с первых двух курсов и найдем число отчисленных с I курса.

Доля отчисленных с I курса от  $S_{1,2}^{out}(i)$ :  $\alpha_1^{out}$ .

Число отчисленных с I курса

$$S_1^{out}(i) = \alpha_1^{out} \cdot S_{1,2}^{out}(i). \quad (13)$$

Очевидно, что число отчисленных со II курса определяется вычитанием.

Число отчисленных со II курса

$$S_2^{out}(i) = (1 - \alpha_1^{out}) \cdot S_{1,2}^{out}(i) \quad (14)$$

Теперь мы можем найти коэффициенты переходов с I курса на II курс и со II курса на III курс.

Коэффициент перехода с I курса на II курс

$$q_{12} = 1 - \frac{S_1^{out}(i)}{ktg S_1(i-1)}. \quad (15)$$

Коэффициент перехода со II курса на III курс

$$q_{23} = 1 - \frac{S_2^{out}(i)}{ktg S_2(i-1)}. \quad (16)$$

Чтобы найти доли приема на II и III курсы, необходимо найти прием заочников на III курс, как приращение численности заочников III курса текущего года по сравнению с численностью заочников II курса прошлого года:

Прием заочников на III курс

$$P_{S_3}^Z(i) = ktg S_3^Z(i) - ktg S_2^Z(i-1). \quad (17)$$

Прирост численности всех форм обучения на III курсе:

$$\Delta ktg S_{23}(i) = ktg S_3(i) - ktg S_2(i-1). \quad (18)$$

Разница между найденным приемом заочников на III курс и приростом численности всех форм обучения на III курсе, очевидно, будет определять число отчисленных студентов всех форм обучения при переходе со II курса на III курс.

Коэффициент  $\alpha_1^{out}$  подбирается таким образом, чтобы

$$P_{S_3}^Z(i) - \Delta ktg S_{23}(i) \approx S_2^{out}(i). \quad (19)$$

Теперь, зная число зачисленных на III курс, можно определить долю приема на III курс в общем приеме.

Доля приема на III курс

$$C_3 = \frac{P_{S_3}^Z(i)}{P_S(i)}. \quad (20)$$

Доля приема на II курс

$$C_2 = 1 - C_1 - C_3. \quad (21)$$

Далее найдем коэффициенты перехода с III курса на IV курс, с IV курса на V курс и с V курса на VI курс, как отношение численности студентов данного курса текущего года к численности на предыдущем курсе в прошлом году.

Коэффициент перехода с III курса на IV курс

$$q_{34} = \frac{ktg S_4(i)}{ktg S_3(i-1)}. \quad (22)$$

Коэффициент перехода с IV курса на V курс

$$q_{45} = \frac{ktg S_5(i)}{ktg S_4(i-1)}. \quad (23)$$

Коэффициент перехода с V курса на VI курс

$$q_{56} = \frac{ktg S_6(i)}{ktg S_5(i-1)}. \quad (24)$$

Следует понимать, что эти коэффициенты включают не только отсев при переходе с курса на курс, но и выпуск студентов.

Сравнивая между собой контингент III–VI курсов предыдущего года, с одной стороны, и сумму выпуска и контингента IV–VI курсов текущего года – с другой, можно определить общее число отчисленных с III–VI курсов в текущем году.

Отчислено с III–VI курсов

$$S_{3-6}^{out}(i) = \sum_{j=3}^6 ktg S_j(i-1) - \sum_{m=4}^6 ktg S_m(i) - V_S(i). \quad (25)$$

Доля отчисленных к численности III–VI курсов

$$\alpha_{3-6}^{out} = \frac{S_{3-6}^{out}(i)}{\sum_{j=3}^6 ktg S_j(i-1)}. \quad (26)$$

Используя средний коэффициент  $\alpha_{3-6}^{out}$ , найденный по фактическим данным, можно построить зависимость выпуска от суммарного контингента III–VI курсов.

Выпуск СПО

$$V_S(i) = (1 - \alpha_{3-6}^{out}) \cdot \sum_{j=3}^6 ktg S_j(i-1) - \sum_{m=4}^6 ktg S_m(i). \quad (27)$$

### ***Расчет численности студентов и выпуска для образовательных учреждений высшего профессионального образования***

Общая численность студентов ВПО определяется численностью студентов, обучающихся на всех курсах. При этом потоки специалистов, бакалавров и магистров считаются отдельно.

Анализ статистических данных за 2004–2009 гг. распределения студентов по курсам показывает, что общее число обучающихся по специальностям состоит из студентов I–VII курсов:

$$ktg V_S(i) = \sum_{j=1}^7 ktg V_{jS}(i). \quad (28)$$

Численность студентов на I курсе определяется приемом в текущем году:

$$ktg V_{1S}(i) = P_V(i) \cdot C_S \cdot K_{P1S}, \quad (29)$$

где  $K_{P1S}$  – средний коэффициент отличия между приемом текущего года и численностью студентов на I курсе для специалистов.

Численность студентов на каждом курсе определяется численностью студентов на предыдущем курсе в прошлом году и выражается следующими уравнениями:

$$ktg V_{2S}(i) = ktg V_{1S}(i-1) \cdot K_{12}^S, \quad (30)$$

$$ktg V_{3S}(i) = ktg V_{2S}(i-1) \cdot K_{23}^S, \quad (31)$$

$$ktg V_{4S}(i) = ktg V_{3S}(i-1) \cdot K_{34}^S, \quad (32)$$

$$ktg V_{5S}(i) = ktg V_{4S}(i-1) \cdot K_{45}^S, \quad (33)$$

$$ktg V_{6S}(i) = ktg V_{5S}(i-1) \cdot K_{56}^S, \quad (34)$$

$$ktg V_{7S}(i) = ktg V_{6S}(i-1) \cdot K_{67}^S, \quad (35)$$

где  $K_{mn}^S$  – средние коэффициенты перехода с курса на курс для специалистов, определенные на фактических данных за 2004–2009 гг.

В связи с тем что расчет контингента и выпуска студентов производится по всем формам обучения, необходимо учитывать, что выпуск производится с IV курса (сокращенная форма обучения), V курса (стандартная 5-летняя программа), VI курса (заочная форма обучения, стандартные программы, а также очная по некоторым специальностям) и VII курса.

Также необходимо учесть, что выпуск текущего года определяется контингентом IV–VII курсов не текущего, а предыдущего года, т. к. статистические данные формируются в октябре, в начале учебного года, и в них указывается выпуск текущего календарного года, что соответствует окончанию прошлого учебного года:

$$V_S^V(i) = K_{VS} \cdot ktg V_{4-7}(i-1). \quad (36)$$

$K_{VS}$  определяется на основе фактических данных.

Аналогично строится прогноз контингента бакалавров. Согласно статистическим данным, общая численность бакалавров состоит из обучающихся на I–V курсах:

$$ktg V_B(i) = \sum_{j=1}^5 ktg V_{jB}(i), \quad (37)$$

$$ktg V_{2B}(i) = ktg V_{1B}(i-1) \cdot K_{12}^B, \quad (38)$$

$$ktg V_{3B}(i) = ktg V_{2B}(i-1) \cdot K_{23}^B, \quad (39)$$

$$ktg V_{4B}(i) = ktg V_{3B}(i-1) \cdot K_{34}^B, \quad (40)$$

$$ktg V_{5B}(i) = ktg V_{4B}(i-1) \cdot K_{45}^B. \quad (41)$$

Выпуск бакалавров определяется аналогично выпуску специалистов, учитывая, что выпуск производится с IV и V курсов:

$$V_B^V(i) = K_{VB} \cdot ktg V_{4-5}^B(i-1). \quad (42)$$

Поскольку срок обучения магистров составляет два года, прием магистров определяет контингент I курса в текущем году, а контингент II курса определяет их выпуск в следующем году:

$$ktg V_{1M}(i) = P_M(i) \cdot K_{P1M}, \quad (43)$$

$$ktg V_{2M}(i) = ktg V_{1B}(i-1) \cdot K_{12}^M, \quad (44)$$

$$V_M^V(i) = K_{VM} \cdot ktg V_2^M(i-1). \quad (45)$$

Полная численность студентов системы высшего профессионального образования в текущем году находится суммированием численности трех потоков – бакалавров, специалистов и магистров – в текущем году:

$$ktg V(i) = ktg V_B(i) + ktg V_S(i) + ktg V_M(i). \quad (46)$$

Аналогично выпуск системы высшего профессионального образования в текущем году определяется суммой выпусков трех потоков – бакалавров, специалистов и магистров:

$$V^V(i) = V_B^V(i) + V_S^V(i) + V_M^V(i). \quad (47)$$

Таким образом, построена математическая модель, позволяющая рассчитывать:

- распределение выпускников школ по приемам в образовательные учреждения профессионального образования с учетом возможности повторного поступления отчисленных студентов;
- численность студентов ОУ ПО с учетом их движения с курса на курс;
- выпуски студентов ОУ ПО с учетом различных сроков обучения.

#### Список литературы

1. *Питухин Е. А., Гуртов В. А.* Математическое моделирование динамических процессов в системе «экономика – рынок труда – профессиональное образование». СПб.: Изд-во С.-Петербур. ун-та, 2006. 350 с.
2. Рынок труда и рынок образовательных услуг в субъектах Российской Федерации / В. Н. Васильев, В. А. Гуртов, Е. А. Питухин и др. М.: Техносфера, 2007. 680 с.
3. *Гуртов В. А., Питухин Е. А., Серова Л. М.* Разработка математической модели распределения потоков 9- и 11-классников по приемам в учреждения профессионального образования с учетом ограничений на их численность и новых социально-экономических факторов

---

// Спрос и предложение на рынке труда и рынке образовательных услуг в регионах России: Сб. докладов по материалам Пятой Всероссийской научно-практич. Интернет-конференции. Кн. I. Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2008. С. 79–91.

4. Сведения о дневных общеобразовательных учреждениях на начало учебного года: Форма государственной статотчетности № 76-РИК. / ГМЦ Росстата. М., 2002–2009.

5. Сведения о составе учащихся, принятых в дневные учебные заведения начального профессионального образования (ПУ, профлицей, центры непрерывного профессионального образования): Форма государственной статотчетности № 3 (профтех) сводная / ГМЦ Росстата. М., 2002–2009.

6. Сведения о государственных и муниципальных средних специальных учебных заведениях или высших учебных заведениях, реализующих программы среднего профессионального образования: Таблицы по форме государственной статотчетности № 2-НК / ГМЦ Росстата. М., 2002–2008.

7. Сведения о государственном образовательном учреждении, реализующем программы среднего профессионального образования: Таблицы по форме государственной статотчетности № СПО-1 / ГМЦ Росстата. М., 2009.

8. Сведения о государственных и муниципальных высших учебных заведениях: Форма государственной статотчетности № 3-НК / ГМЦ Росстата. М., 2002–2008.

9. Сведения об образовательном учреждении, реализующем программы высшего профессионального образования: Форма государственной статотчетности № ВПО-1 / ГМЦ Росстата. М., 2009.