

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ПОТРЕБНОСТЕЙ В КАДРАХ ВЫСШЕЙ КВАЛИФИКАЦИИ В РЕГИОНАЛЬНОМ ВУЗЕ

В. А. Гуртов, Е. А. Питухин, И. В. Пенние, Ю. Н. Митькина

Петрозаводский государственный университет, г. Петрозаводск
vgurt@psu.karelia.ru, pitukhin@karelia.ru, ilvich@onego.ru

Введение

К числу проблемных вопросов в сфере подготовки кадров высшей квалификации относится рост среднего возраста докторов и кандидатов наук в составе кадров преподавателей и исследователей. На сегодняшний день средний возраст российского доктора наук составляет 61 год, кандидата наук – 50 лет. За период с 1994 по 2004 год средний возраст докторов наук вырос на 8 лет, кандидатов наук – на 4 года. Эта тенденция одинакова как для области высшего образования, так и для сферы академических наук.

Управляющим фактором в решении данной проблемы в рамках вуза является кадровая политика ректората, который может решать задачу поддержки и улучшения качественного профессорско-преподавательского состава (ППС) либо путем приглашения докторов и кандидатов наук, либо путем подготовки кадров высшей квалификации в собственной среде через аспирантуру, докторантуру и систему соискательства.

Обозримым будущим в теории управления считается среднесрочный интервал планирования на десять лет. На этот период вуз может подготовить и реализовать программу по кадровой политике для пополнения ППС в разрезе научных специальностей. Для решения этой задачи необходима методика прогнозирования, способная динамически отслеживать структурные изменения в составе ППС вуза, связанные с защитами диссертаций, учитывать возрастное изменение кадрового состава вуза, динамику приема и увольнения. Однако модели, позволяющей прогнозировать возрастную динамику ППС вуза с учетом внутренней структуры ППС (кандидатов и докторов наук), в настоящее время нет.

Поэтому актуальной является задача разработки прогностического средства (математической модели), которое могло бы оценить динамику изменения структуры ППС вуза на среднесрочном горизонте планирования, как без активного вмешательства в кадровую политику, так и с возможностью изменения управляющих факторов.

1. Общая модель движения ППС, КН и ДН

Помимо естественных возрастных изменений в составе ППС необходимо учесть фактор «притока» новых кадров в состав ППС за счет подготовки аспирантов и докторантов в вузах в разрезе научных специальностей, а также анализ защит кандидатских и докторских диссертаций аспирантами, докторантами и соискателями.

На рисунке 1 представлена общая схема движения лиц с учеными степенями кандидата и доктора наук. Основным источником кадров высшей квалификации являются выпускники вузов, которые остаются в системе высшего образования. Их можно разделить два потока: первый – аспиранты, второй – лица без ученой степени или соискатели.

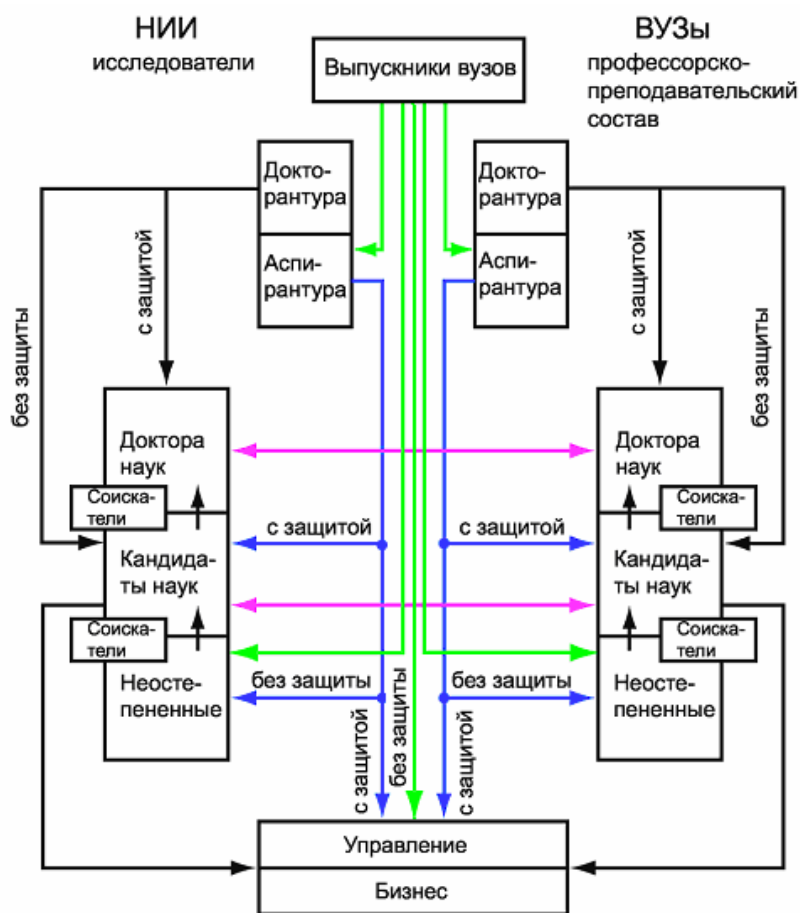


Рис. 1. Движение лиц с учеными степенями кандидата и доктора наук

Концептуально можно разделить потоки ППС на три: докторов наук (ДН), кандидатов (КН) и нестепененных преподавателей (НС). Каждый вуз располагает данными по контингенту докторов наук, кандидатов наук и нестепененных сотрудников. Общая таблица контин-

гента ППС может быть условно представлена суммой трех других таблиц:

$$\text{ППС} = \text{НС} + \text{КН} + \text{ДН} \quad (1)$$

Движение лиц с учеными степенями кандидата и доктора наук также представляет собой два потока: внутренний и внешний. Первый поток осуществляется за счет внутренней генерации защит, второй – за счет притока из внешних организаций.

Процессы перетекания низших категорий ППС в высшие происходят внутри вузов, согласно кадровой политике в вопросах стимулирования защит кандидатских и докторских диссертаций, открытия ученых советов по научным специальностям и т. д. Такие процессы можно промоделировать независимо друг от друга, но при этом нельзя увидеть взаимодействия разных категорий ППС между собой и, следовательно, невозможно оценить их степень. Останется скрытым и процесс «созревания» ученых в стенах родного вуза, а также поток ученых, приглашенных на работу или ушедших из вуза. Для описания количественной динамики необходимы данные по изменению численности возрастной структуры ППС, КН и ДН в его составе.

2. Формирование баз данных по численности возрастной структуры ППС

Формы представления возрастной структуры профессорско-преподавательского состава, а также докторов и кандидатов наук в их числе, были описаны в работе [7].

На этом этапе работы была создана база данных по качественной структуре профессорско-преподавательского состава вузов, кандидатам и докторам наук в его составе, подготовке аспирантов и докторантов в разрезе «вуз – субъект Федерации – Российская Федерация», которая реализована в среде СУБД MS SQL Server.

Для наполнения базы данных по возрастной структуре ППС были структурированы данные из следующих источников за соответствующие периоды:

- по 320 вузам Министерства образования РФ за период с 1998 – 2004 гг.,
- данные Госкомстата РФ за период 1998 – 2003 гг. по ППС по всем вузам и за период 1994 – 2002 гг. по исследователям по всем научным центрам,
- детализированные данные по 10 классическим госуниверситетам.

Схема базы данных «Entire» представлена на рисунке 2, черной линией выделен блок таблиц, который содержит данные по профессорско-преподавательскому составу.

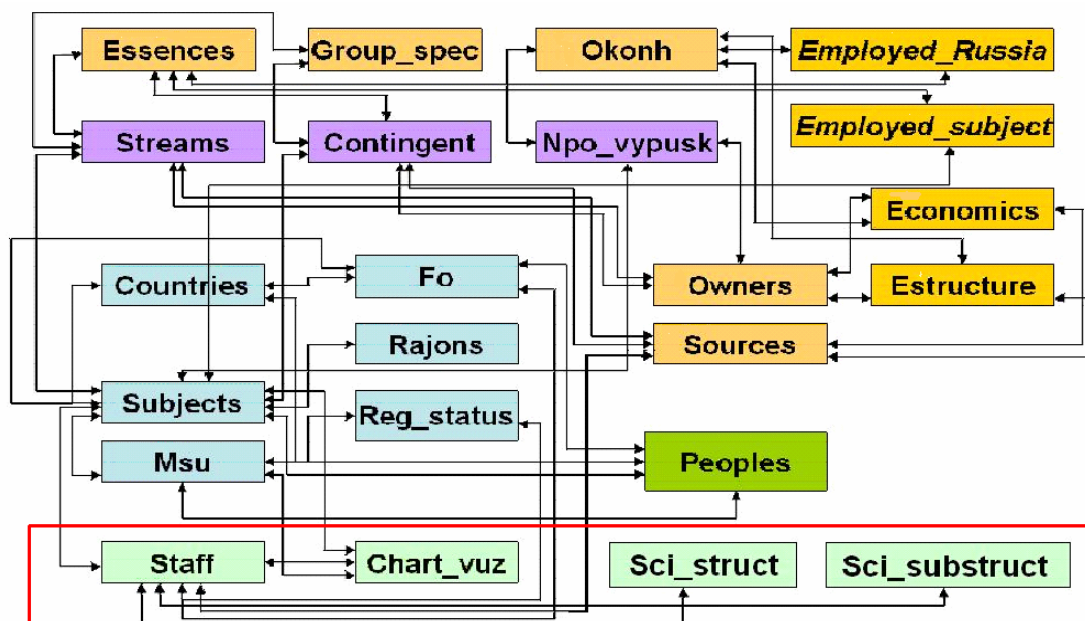


Рис. 2. Схема базы данных «Entire»

Статистика по российским вузам располагает данными только по «сжатой» возрастной структуре, а база данных содержит сведения только по «сжатым» возрастным категориям в разрезе «вуз – субъект Федерации – Российская Федерация». Для осуществления прогнозирования с желаемой точностью необходимы детализированные данные, поэтому решение обратной задачи восстановления детализированной возрастной структуры ППС на основе сжатой возрастной структуры представляет собой одну из важных и сложных задач данной работы.

Ранее нами по этой теме рассматривались разные способы восстановления детализированной структуры ППС, и как наиболее удобный и точный был выбран метод интерполяции кубическими сплайнами [7].

3. Проведение статистических исследований

3.1. Анализ статистических данных ППС по возрастной структуре вуза

Используя детализированные данные по вузу, производили расчет среднего возраста ППС, КН, ДН в возрастных категориях за период 1993-2004 гг. и было определено среднее значение возраста за период для каждой из возрастных категорий и его среднеквадратичное отклонение. На рисунке 3 показано, как меняется реальное значение средне-

го возраста ППС в возрастной категории (30; 39) лет, насколько оно отличается от общего среднего для категории и какова величина его среднеквадратичного отклонения. Аналогично на рисунке 4 представлено изменение реального значения среднего возраста ДН в возрастной категории (40; 49) и на рисунке 5 – для КН в возрастной категории (40; 49).

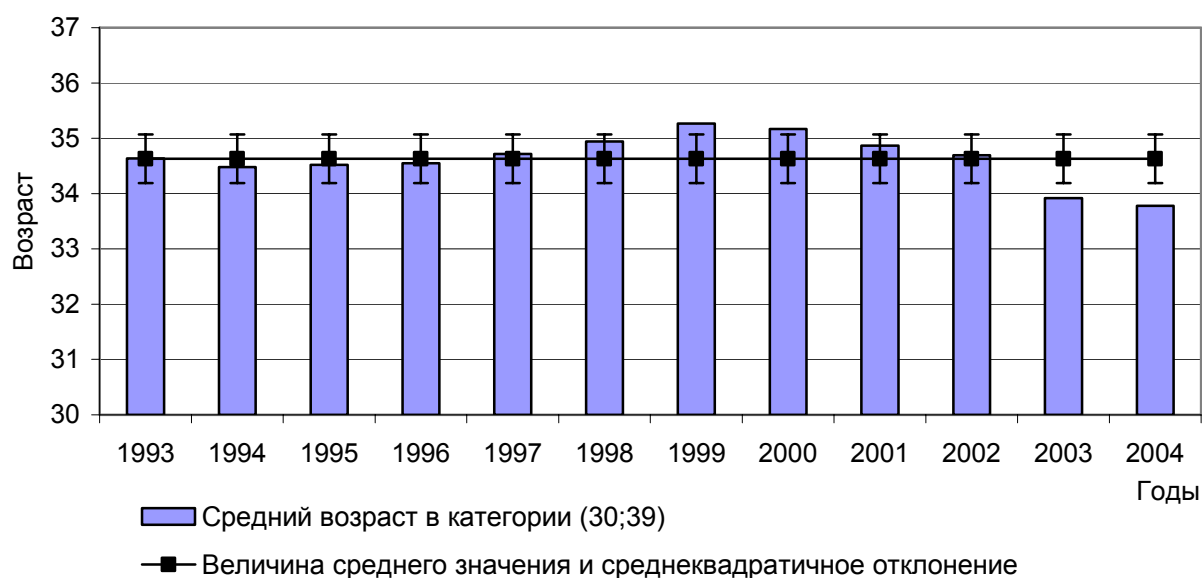


Рис. 3. Средний возраст ППС для возрастной категории (30; 39) со среднеквадратичным отклонением, равным 0,4 для вуза за период 1993 – 2004 гг.

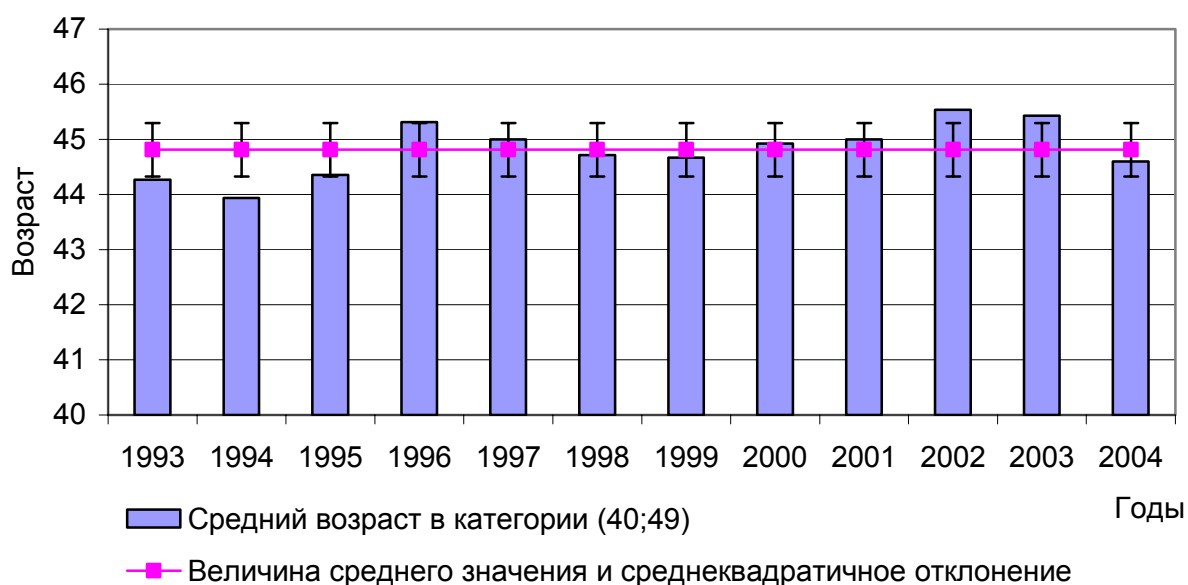


Рис. 4. Средний возраст ДН для возрастной категории (40; 49) со среднеквадратичным отклонением, равным 0,4 для вуза за период 1993 – 2004 гг.

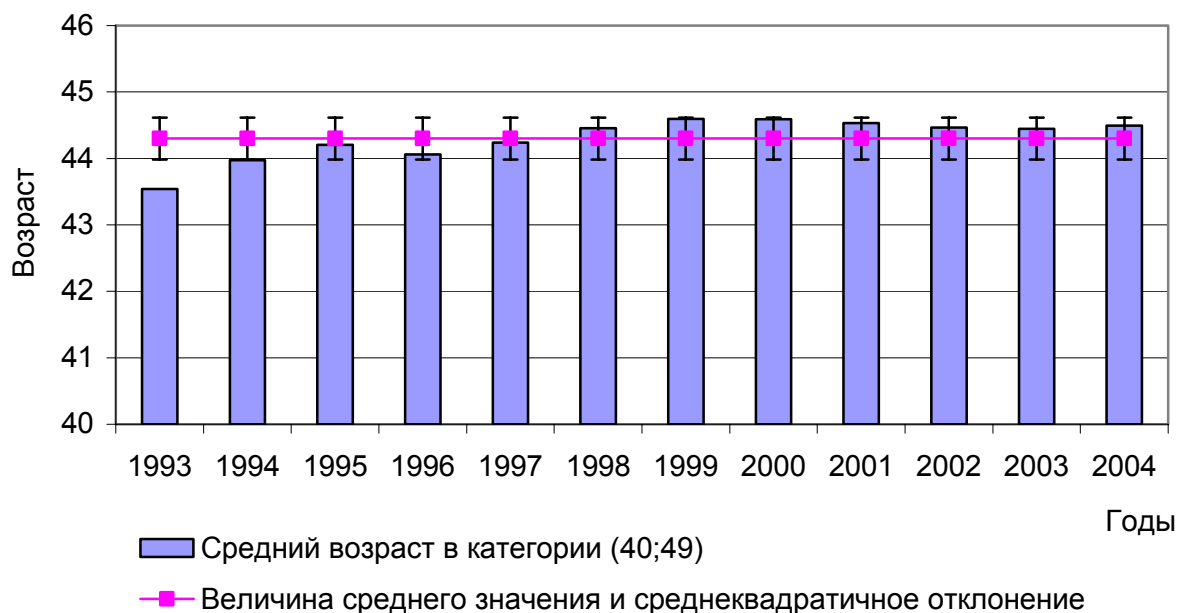


Рис. 5. Средний возраст КН для возрастной категории (40; 49) со среднеквадратичным отклонением, равным 0,3 для вуза за период 1993 – 2004 гг.

3.2. Обоснование возможности проведения анализа для определения функции распределения ППС вуза

Для того, чтобы оценить, насколько точно была выбрана методика вычисления среднего возраста по годам для ППС, КН, ДН по сжатым возрастным категориям, необходимо проверить по критерию Вилкоксона [3] на однородность полученные значения среднего возраста в возрастных категориях по детализированным данным для каждого года со значениями среднего возраста в возрастных категориях, рассчитанные методом оптимизации.

Достоинство этого критерия состоит в том, что он применим к случайным величинам, распределения которых неизвестны; требуется лишь, чтобы величины были непрерывны [3]. В нашем случае возраст является квазинепрерывной величиной, что дает право на применение этого критерия.

Если выборки средних возрастов в возрастных категориях для каждого года будут однородны между собой, однородны с общими средними значениями за период и однородны со значениями, подобранными методом оптимизации, то, значит, все они принадлежат одной генеральной совокупности и имеют одинаковые функции распределения. На этом основании методику вычисления среднего возраста по годам

для ППС, КН, ДН по сжатым возрастным категориям можно применять на других данных.

Были проверены все возможные варианты сравнения различных выборок средних возрастов в возрастных категориях по критерию Вилкоксона. И доказано, что они являются однородными и извлечены из одной генеральной совокупности и, следовательно, имеют одинаковые непрерывные функции распределения. Поэтому методику для вычисления среднего возраста по годам для ППС по сжатым возрастным категориям можно применять для вычисления среднего возраста за год для других данных.

Аналогичные проверки на однородность выборок по критерию Вилкоксона провели для КН и ДН вуза и получили схожий результат: выборки однородны и извлечены из одной генеральной совокупности, имеют одинаковые непрерывные функции распределения. Следовательно, методику для вычисления среднего возраста по годам для КН и ДН по сжатым возрастным категориям также можно применять для вычисления среднего возраста за год для других данных.

3.3. Определение составляющих частей функции распределения по возрасту ППС вуза. Выявление внутренних и внешних воздействий, оказывающих влияние на процесс изменения структуры профессорско-преподавательского состава (ППС) во времени

Так как значения средних возрастов в возрастных категориях рассчитаны из детализированных данных и принадлежат одной генеральной совокупности, то сделаем предположение о том, что детализированные данные тоже являются однородными и принадлежат одной генеральной совокупности ввиду того, что выполняется условие непрерывности возраста.

Поскольку сумма трех случайных величин дает четвертую, то в нашем случае КН, ДН и НС являются случайными величинами, которые в сумме дают случайную величину ППС. Каждая из этих трех составляющих вносит свой вклад в распределение ППС. Определим эти вклады.

Рассмотрим сначала эти составляющие по отдельности, чтобы выявить, что влияет на их собственное распределение.

Распределение возрастной структуры докторантов по вузу подчиняется усеченному нормальному закону распределения со средним возрастом 47 лет, среднеквадратическим отклонением 8 лет и пределами [30; 65] заданными объективными причинами. Средний возраст

распределения среди докторов наук – 57 лет, среднеквадратическое отклонение – 12 лет. Распределение подчиняется мультимодальному закону с тремя модами – 47, 58 и 66 лет и может быть представлено суммой трех нормальных законов распределения. Совместно они представлены на гистограмме, где отчетливо виден вклад распределения защитившихся докторантов в общее число докторов наук в вузе (рис. 6).

На рисунке 6 представлены долевые распределения, то есть отношение числа ДН данного возраста к общему числу ДН. По этой причине сумма будет равна единице.



Рис. 6. Распределение докторантов и докторов наук вуза по возрастам

Распределение защитившихся аспирантов хорошо описывается распределением Вейбулла со средним (32) и со среднеквадратическим (7 лет) отклонением и параметром положения 24. Параметры возрастного распределения кандидатов наук – среднее 48 лет, среднеквадратическое отклонение – 12 лет. Трехмодальное распределение изображено на рисунке 7, очевиден вклад как минимум трех случайных величин, одна из которых должна быть индуцирована защитившимися аспирантами. Совместное распределение представлено на рисунке 7.

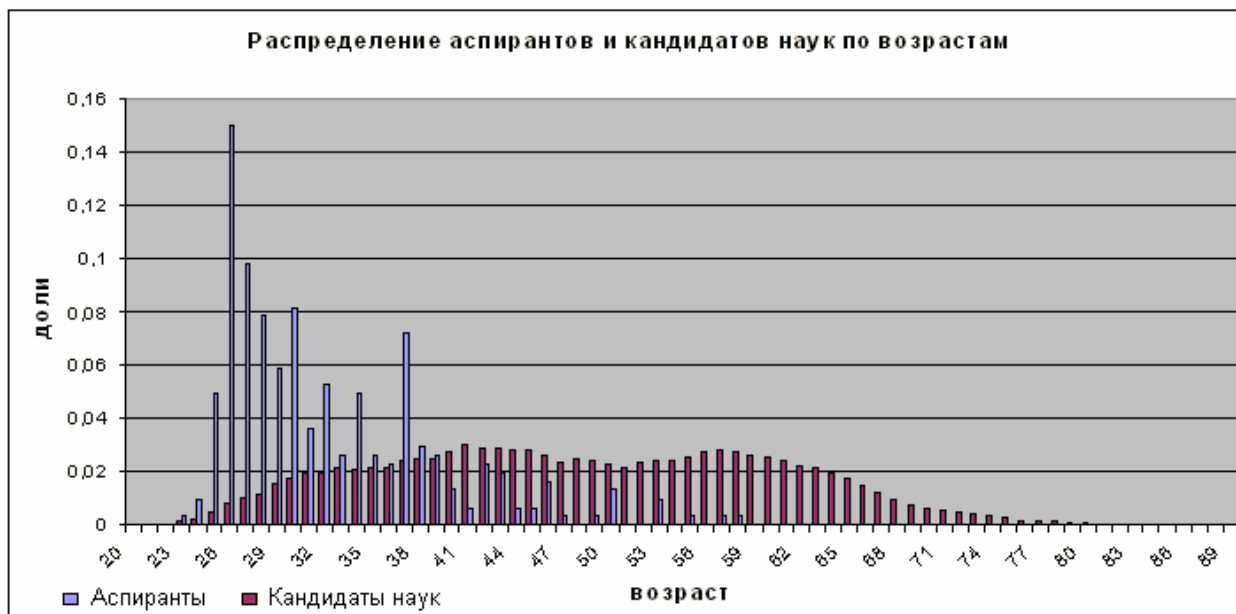


Рис. 7. Распределение аспирантов и кандидатов наук вуза по возрастам в долевого отношении

Распределение НС выглядит следующим образом (рис. 8).

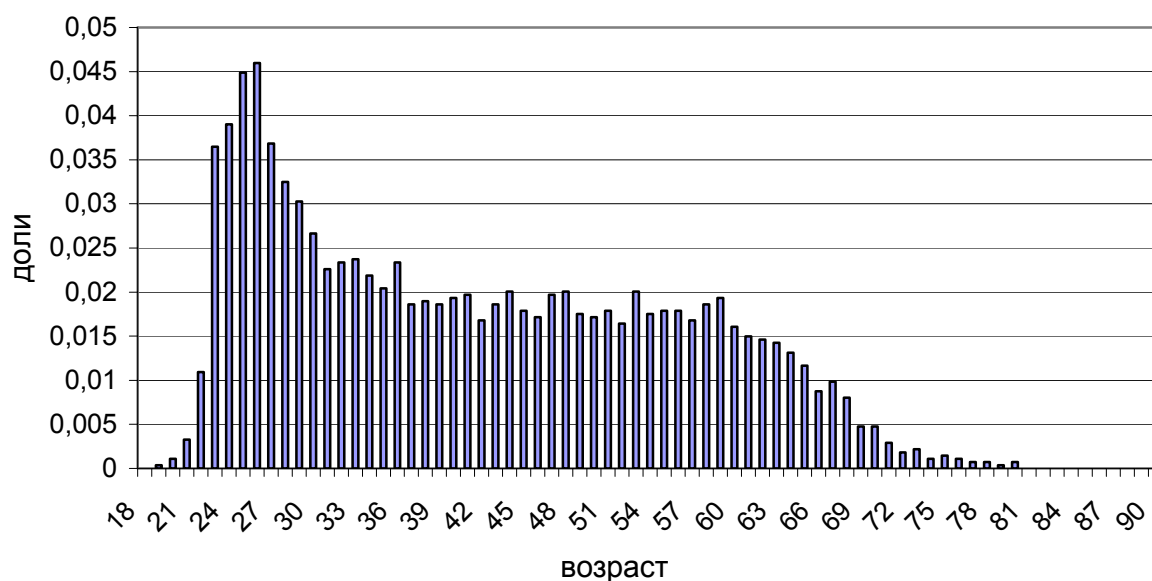


Рис. 8. Распределение НС преподавателей вуза по возрастам в долевого отношении к их общему количеству

Параметры возрастного распределения неостепененных – среднее 37 лет, среднеквадратическое отклонение – 4 года. Основной пик приходится на возраст 25 лет.

Распределение ППС представлено на рисунке 9.

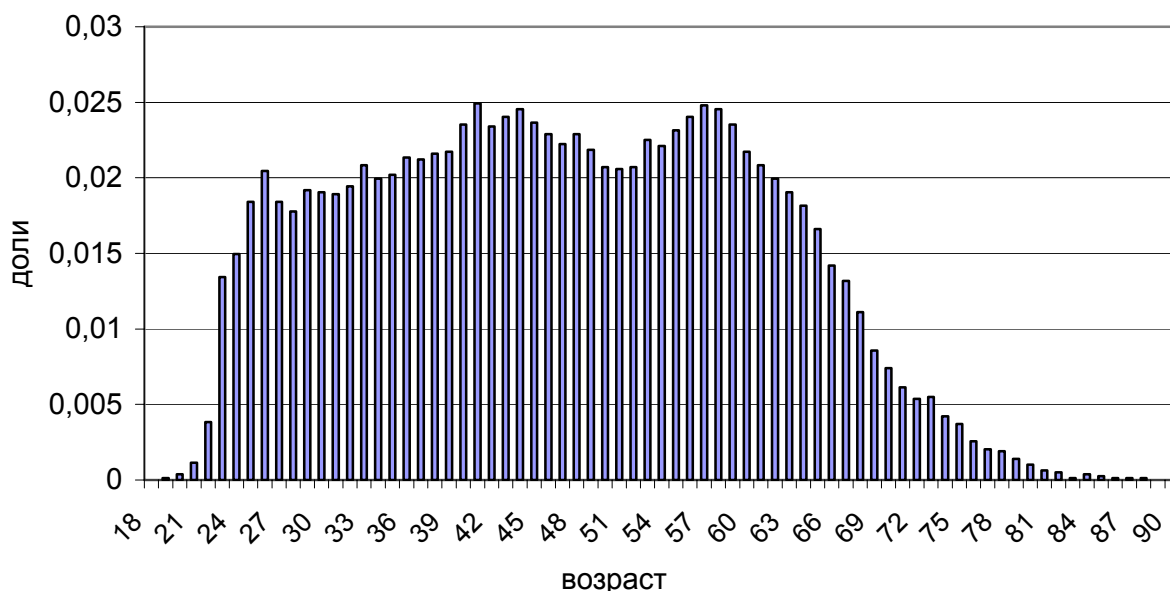


Рис. 9. Распределение ППС вуза по возрастам в долевого отношении к их общему количеству

Средний возраст распределения среди ППС – 47 лет, среднеквадратическое отклонение – 8 лет. Распределение подчиняется мультимодальному закону с тремя модами (27, 45 и 60 лет), очевидно, что оно может быть представлено суммой трех законов распределения КН, ДН и НС.

Проверим, являются ли случайные величины КН, ДН и НС между собой независимыми, или между ними есть связь. Для этого должно выполняться условие, что сумма дисперсий КН, ДН и НС равна дисперсии ППС [3].

Расчет будем производить по детализированным данным в долевого отношении.

Представим модельную функцию распределения ППС следующим образом:

$$\text{ППС}_{\text{mod}} = w_1 \cdot \text{ДН}_{\text{real}} + w_2 \cdot \text{КН}_{\text{real}} + w_3 \cdot \text{НС}_{\text{real}}, \quad (2)$$

где w_1, w_2, w_3 – весовые коэффициенты соответственно для ДН, КН и НС, причем $w_1 + w_2 + w_3 = 1$; $\text{ДН}_{\text{real}}, \text{КН}_{\text{real}}, \text{НС}_{\text{real}}$ – реальные долевого значения для ДН, КН и НС.

Используя метод оптимизации, находим весовые коэффициенты:

$$w_1 = 0,112, w_2 = 0,538, w_3 = 0,35$$

Вместе с весовыми коэффициентами рассчитаем модельные значения для ДН, КН и НС:

$$ДН_{mod} = w_1 \cdot ДН_{real}, \quad (3)$$

$$КН_{mod} = w_2 \cdot КН_{real}, \quad (4)$$

$$НС_{mod} = w_3 \cdot НС_{real}. \quad (5)$$

Теперь рассчитаем для модельных значений ДН, КН, НС и ППС их дисперсии (табл. 1).

Таблица 1

Значения дисперсий модельных ППС, ДН, КН и НС

	ППС _{mod}	ДН _{mod}	КН _{mod}	НС _{mod}
σ^2	0,0000885	0,0000014	0,0000355	0,0000167

Если модельные величины ДН, КН и НС являются независимыми, то сумма их дисперсий должна быть равна дисперсии модельного ППС, что в нашем случае не так. Сумма дисперсий модельных ДН, КН и НС равна 0,0000536, а дисперсия модельного ППС и реального одинаковы и равны 0,0000885, значит величины ДН, КН и НС являются зависимыми. Тогда для них справедлива следующая формула (6) в общем виде, в которой учитываются связи между случайными величинами [3]:

$$\sigma^2 = \sum_{i=1}^N X_i^2 \cdot \sigma_i^2 + 2 \cdot \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=1}^N X_i \cdot X_j \cdot \sigma_{ij}, \quad (6)$$

где X_i – случайная величина;

σ_i^2 – дисперсия случайной величины;

σ_{ij} – ковариация случайных величин.

Для трех случайных величин формулу (6) можно представить так:

$$\sigma^2 = \sigma_x^2 \cdot X^2 + \sigma_y^2 \cdot Y^2 + \sigma_z^2 \cdot Z^2 + 2 \cdot \sigma_{xy} \cdot X \cdot Y + 2 \cdot \sigma_{xz} \cdot X \cdot Z + 2 \cdot \sigma_{yz} \cdot Y \cdot Z, \quad (7)$$

где X, Y, Z – случайные величины;

$\sigma_x^2, \sigma_y^2, \sigma_z^2$ – дисперсии соответствующих случайных величин;

$\sigma_{xy}, \sigma_{xz}, \sigma_{yz}$ – ковариации соответствующих случайных величин.

Для нашего случая, где случайными величинами выступают ДН, КН и НС с учетом весовых коэффициентов, формула (7) преобразуется так:

$$\sigma_{ППС_{mod}}^2 = \sigma_{ДН_{mod}}^2 + \sigma_{КН_{mod}}^2 + \sigma_{НС_{mod}}^2 + 2 \cdot \sigma_{ДН_{mod}КН_{mod}} + 2 \cdot \sigma_{ДН_{mod}НС_{mod}} + 2 \cdot \sigma_{КН_{mod}НС_{mod}}. \quad (8)$$

Рассчитали все слагаемые в формуле (8), результаты представлены в таблице 2.

Таблица 2

Значения величин в формуле (8)

$2 \cdot \sigma_{\text{ДН}_{\text{mod}} \text{КН}_{\text{mod}}}$	$2 \cdot \sigma_{\text{ДН}_{\text{mod}} \text{НС}_{\text{mod}}}$	$2 \cdot \sigma_{\text{КН}_{\text{mod}} \text{НС}_{\text{mod}}}$	$\sigma_{\text{ДН}_{\text{mod}}}^2$	$\sigma_{\text{КН}_{\text{mod}}}^2$	$\sigma_{\text{НС}_{\text{mod}}}^2$	$\sigma_{\text{ППС}_{\text{mod}}}^2$
0,0000094	0,0000003	0,0000247	0,0000014	0,0000355	0,0000167	0,00008806

Получили $\sigma_{\text{ППС}_{\text{mod}}}^2 = 0,00008806$, а реальное значение 0,0000885, то есть погрешность составляет всего 0,54%.

Последние три слагаемых в формуле (8) показывают степень влияния случайных величин между собой, то есть влияние ДН на КН, ДН на НС и КН на НС, а первые три – вклад каждого в общую дисперсию ППС.

В процентном отношении вклад составляющих в общую дисперсию ППС вуза можно представить следующим образом в таблице 3 и на рисунке 10.

Таблица 3

Значения величин в формуле (8) в процентном отношении

$2 \cdot \sigma_{\text{ДН}_{\text{mod}} \text{КН}_{\text{mod}}}$	$2 \cdot \sigma_{\text{ДН}_{\text{mod}} \text{НС}_{\text{mod}}}$	$2 \cdot \sigma_{\text{КН}_{\text{mod}} \text{НС}_{\text{mod}}}$	$\sigma_{\text{ДН}_{\text{mod}}}^2$	$\sigma_{\text{КН}_{\text{mod}}}^2$	$\sigma_{\text{НС}_{\text{mod}}}^2$
10,706%	0,318%	28,052%	1,598%	40,317%	19,009%

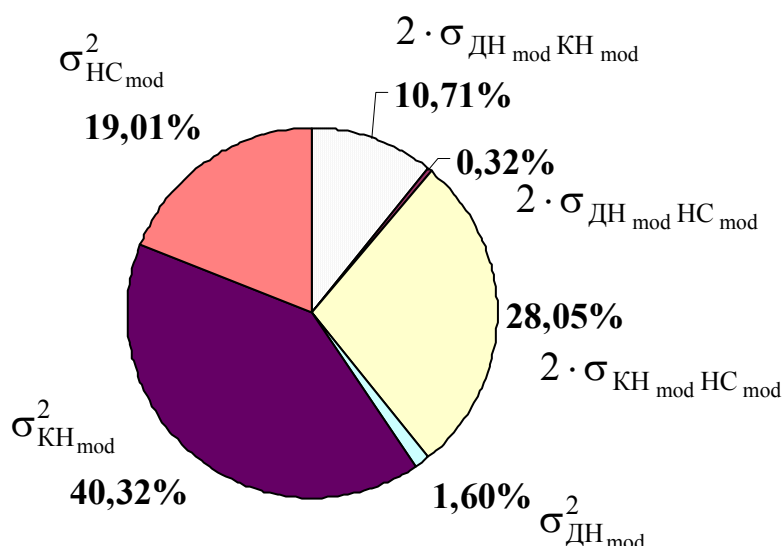


Рис. 10. Составляющие общей дисперсии ППС вуза

Таким образом, установили, что распределение ППС вуза имеет три пика, которые обусловлены весовым вкладом его составляющих, а именно первый пик, который приходится на возраст 27 лет определяется составляющей НС, второй пик, который приходится на возраст 45 лет определяется составляющей КН, и наконец третий пик, который приходится на возраст 60 лет определяется также составляющей КН (рис. 11). Составляющая ДН очень мала, ее дисперсия около 2%, и не существенно влияет на распределение ППС.

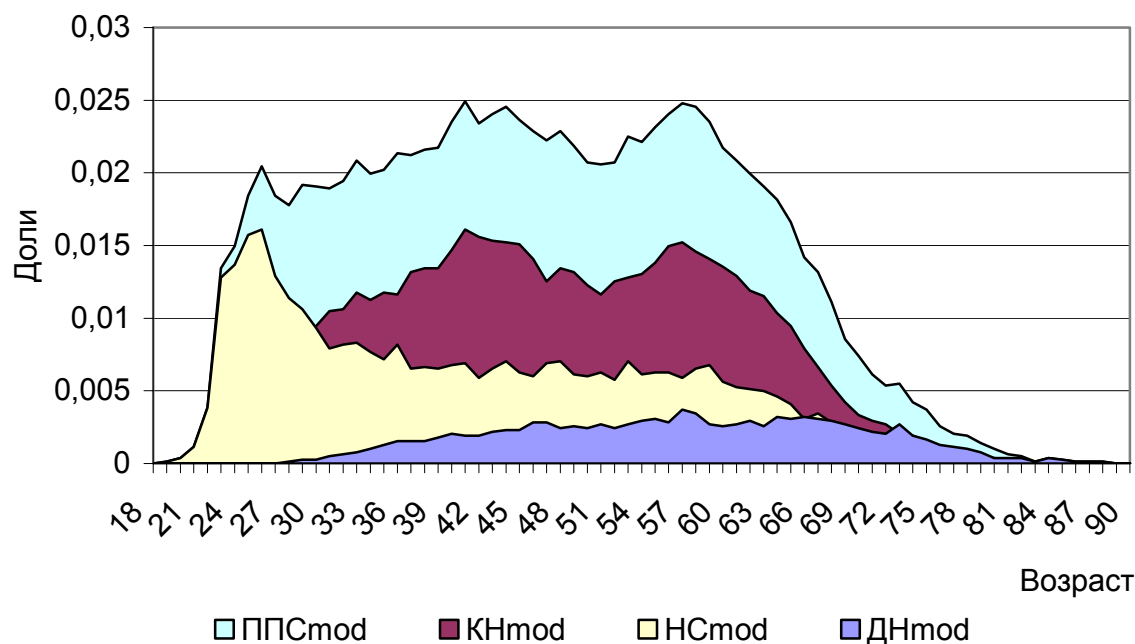


Рис. 11. Весовой вклад составляющих распределения ППС вуза (усредненный с 1993-2004).

3.4. Анализ возрастной структуры разных вузов

Для сравнительного анализа выбранной методики расчета среднего возраста и применения ее для выявления динамики среднего возраста в рамках субъектов РФ, федеральных округов и по России в целом были сравнены детализированные данные возрастной структуры ППС по трем вузам и по возрастной структуре исследователей при академической научной организации. Для сравнения был выбран пятилетний период с 2000 по 2004 годы.

Для вузов был произведен расчет среднего возраста ППС и исследователей, ДН и КН в их составе в десятилетних категориях методом оптимизации с отклонением 0,5. Полученные результаты представлены в таблицах 4, 5, 6.

Таблица 4

Средний возраст ППС и исследователей в десятилетних возрастных категориях при оптимизационном подходе с отклонением 0,5

	Вуз 1	Вуз 2	Вуз 3	РАН
[<; 29]	25,92	26,17	25,52	26,27
[30; 39]	34,49	34,59	34,41	34,35
[40; 49]	44,53	44,65	44,02	45,21
[50; 59]	54,21	53,93	53,90	54,01
[60; 69]	64,07	64,03	64,16	64,26
[70; >]	74,07	75,23	73,38	73,33

Таблица 5

Средний возраст ДН среди ППС и ДН среди исследователей в десятилетних возрастных категориях при оптимизационном подходе с отклонением 0,5

	Вуз 1	Вуз 2	Вуз 3	РАН
[<; 29]	0	0	0	0
[30; 39]	30,12	38,00	36,30	0
[40; 49]	45,10	44,80	44,90	45,14
[50; 59]	54,44	55,20	54,55	55,26
[60; 69]	64,35	63,75	63,89	63,75
[70; >]	74,88	76,44	73,75	74,60

Таблица 6

Средний возраст КН среди ППС и КН среди исследователей в десятилетних возрастных категориях при оптимизационном подходе с отклонением 0,5

	Вуз 1	Вуз 2	Вуз 3	РАН
[<; 29]	27,60	28,24	27,97	27,57
[30; 39]	34,76	35,77	35,05	35,17
[40; 49]	44,51	44,25	44,37	45,21
[50; 59]	54,06	54,51	53,68	53,77
[60; 69]	63,94	64,04	64,39	64,72
[70; >]	73,80	72,97	73,40	72,34

Таким образом, полученные значения среднего возраста для десятилетних возрастных категорий в разных вузах достаточно близкие, а следовательно, с погрешностью в (1 – 2)% можно сказать, что средний возраст в возрастных категориях постоянен, и для расчета средних возрастов за год для субъектов РФ приемлемо брать значения среднего возраста за десятилетия по вузу, для которого производились первичные расчеты, как эталонные.

Поскольку имеются данные по всем вузам региона, то можно выявить некоторые особенности, характерные для вузов региона.

1. Доля ДН в составе ППС в двух возрастных категориях по отношению к общему количеству ДН для вузов региона является стабильной (рис. 12).

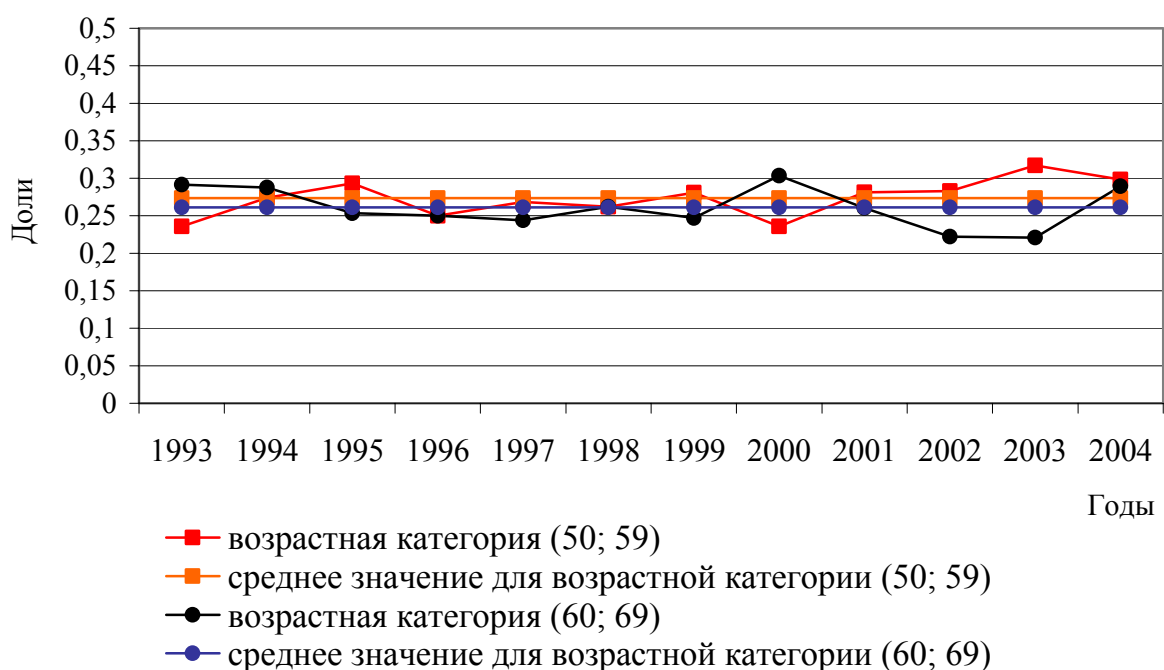


Рис. 12. Доли ДН в возрастных категориях (50; 59), (60; 69) от общего количества ДН

2. Доля КН в составе ППС в двух возрастных категориях по отношению к общему количеству КН для вузов региона является стабильной (рис. 13).

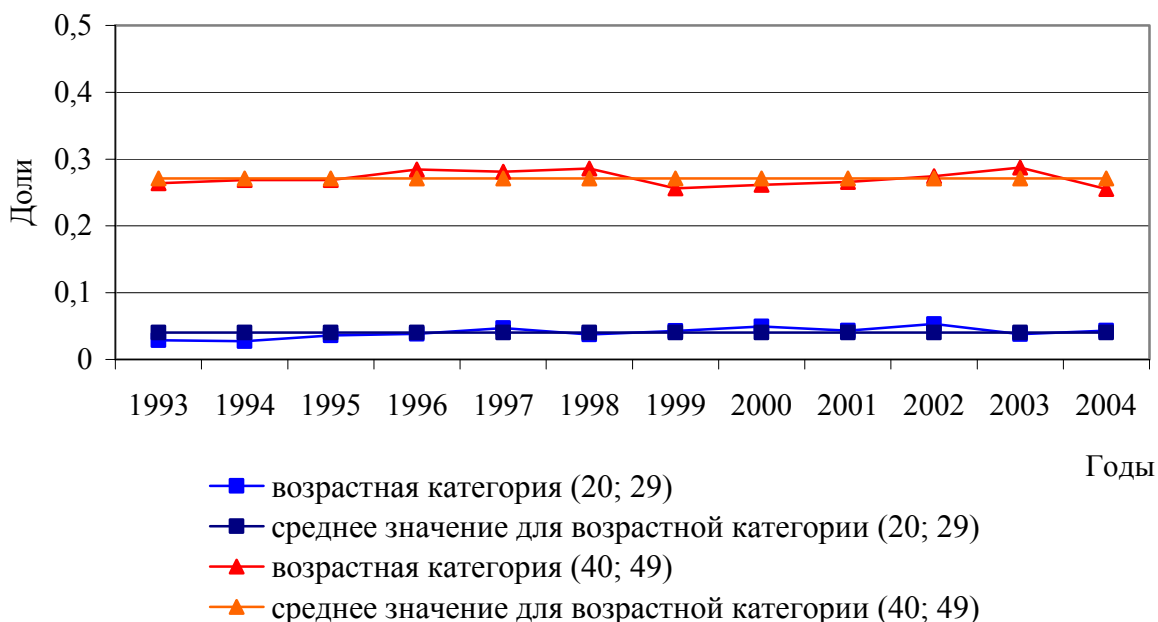


Рис. 13. Доли КН в возрастных категориях (20; 29), (40; 49) от общего количества КН

3. Доля ДН в составе ППС в трех возрастных категориях по отношению к общему количеству ППС в данной возрастной категории для вузов региона является стабильной (рис. 14).

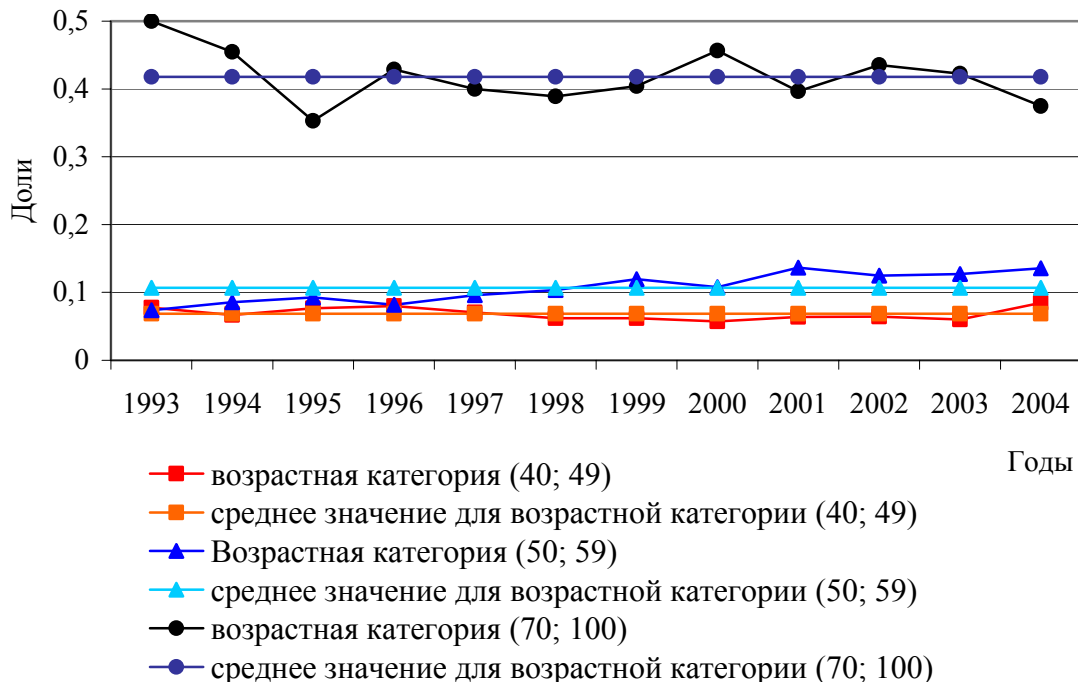


Рис. 14. Доли ДН в возрастных категориях (40; 49), (50; 59), (70; 100) от общего количества ППС в данных возрастных категориях.

4. Доля КН в составе ППС в данной возрастной категории по отношению к общему количеству ППС в данной возрастной категории для вузов региона является стабильной (рис. 15).

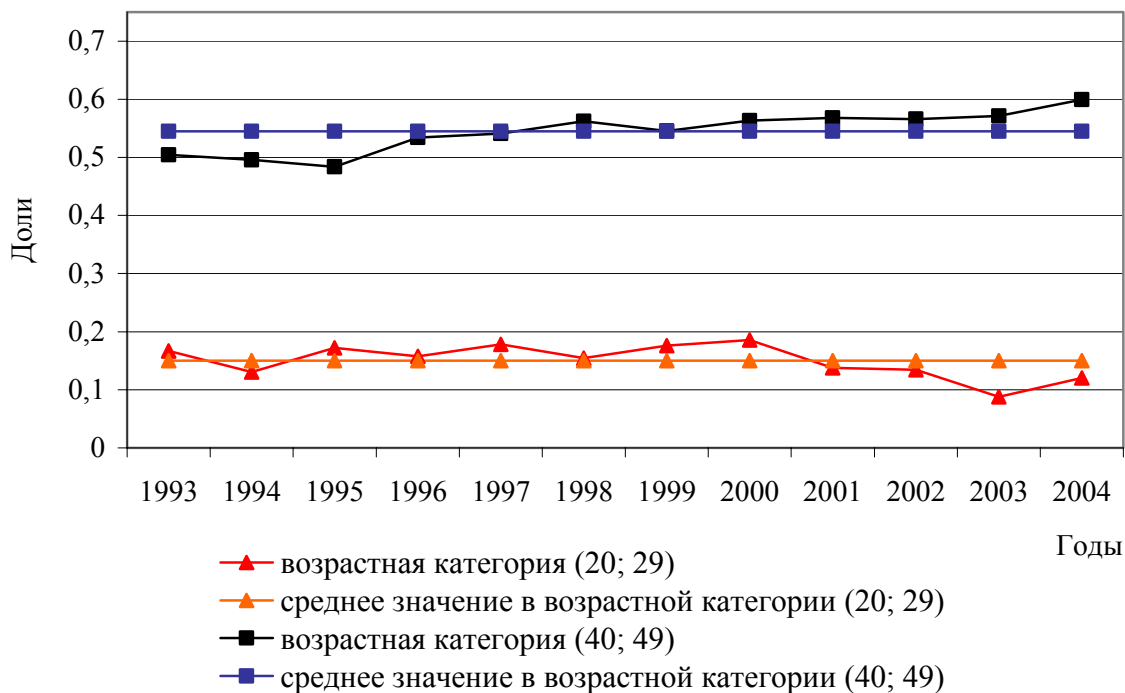


Рис. 15. Доли КН в возрастных категориях (20; 29), (40; 49) от общего количества ППС в данных возрастных категориях

Таким образом, можно привести найденные закономерности возрастной структуры:

1. Средний возраст в возрастных категориях в фиксированный год для различных вузов является постоянным.

2. Средний возраст с течением времени в отдельных возрастных категориях не меняется.

- для ППС – в категории (30; 39);
- для КН – (40; 49);
- для ДН – (40; 49).

3. Доля ДН и КН по отношению к общему числу ППС в отдельных возрастных категориях постоянна.

- для ДН в категориях (40; 49), (50; 59), (70; >);
- для КН – (40; 49), (50; 59).

4. Значения функции распределения для ППС, ДН, КН нулевые в точках 20 и 85 лет. Производные этих функций в первой возрастной категории (\leq ; 29) при аппроксимации положительны, а в последней (70; $>$) – отрицательны.

Заключение

Проведены сбор, систематизация и анализ данных по возрастным структурам ППС вузов России. На основе проведенного анализа были выявлены некоторые закономерности возрастной структуры ППС, предложен ряд функциональных ограничений, способствующих получению более точных результатов в процессе моделирования движения ППС.

Разработана структура базы данных для хранения информации и проведено ее наполнение актуальными сведениями.

Проведенное исследование показало, что для эффективного анализа состояния профессорско-преподавательского состава высшей школы Российской Федерации и качественного прогноза на будущее необходимы статистические данные с высоким уровнем детализации.

Список литературы

1. Тихонов А. Н. Численные методы решения некорректных задач / А. Н. Тихонов, А. В. Гончарский, В. В. Степанов, А. Г. Ягола. М.: Наука, 1990. 436 с.
2. Рыжиков Ю. И. Имитационное моделирование. Теория и технологии / Ю. И. Рыжиков. СПб.: КОРОНА принт; М.: Альтекс-А, 2004. 365 с.
3. Гмурман В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика / В. Е. Гмурман. М.: Высшая школа, 2003. 479 с.
4. Капица С. П. Синергетика и прогнозы будущего / С. П. Капица, С. П. Курдюмов, Г. Г. Малинецкий. 3-е изд. М., 2003. 288 с.
5. Ковалева Н. В. Кадры высшей научной квалификации: пополнение последних лет / Н. В. Ковалева, В. Л. Мамаев, Е. Г. Нечаева // М.: Центр исследований и статистики науки, 1997.
6. Гохберг Л. М. Квалифицированные кадры в России / Л. М. Гохберг, Н. В. Ковалева, Л. Э. Миндели, Е. Ф. Некипелова. М.: Центр исследований и статистики науки, 1999.
7. Васильев В. Н. Динамика возрастной структуры профессорско-преподавательского состава вузов / В. Н. Васильев, В. А. Гуртов, Ю. Н. Митькина, Е. А. Питухин, И. В. Пенние // Спрос и предложение на рынке труда и рынке образовательных услуг в регионах России: Сборник докладов по материалам Всероссийской научно-практической Интернет-конференции с международным участием. Кн. 3. С. 220