

М.А. Раджапов, К.Д. Чемухин, Л.Э. Петросян

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ СТУДЕНТОВ НА ОСНОВЕ ML И АНАЛИЗА ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ

Управление перемещением студентов в условиях демографических колебаний и цифровизации высшего образования становится ключевым фактором устойчивости университетов, влияя как на финансовые показатели, так и на качество образовательного процесса. Возрастающая сложность процессов приёма, отчисления, академических отпусков, переводов и восстановлений требует перехода от экспертных оценок к формализованным моделям и предиктивной аналитике, основанной на обработке больших массивов данных. Целью представленного исследования является построение и оценка эффективности модели прогнозирования динамики движения студенческого контингента на основе алгоритмов машинного обучения и с использованием анализа временных рядов. В качестве эмпирической базы использованы агрегированные статистические данные о перемещении студентов российских и китайских вузов за период 2013–2024 годов. Методологический аппарат включает динамическую модель баланса контингента в форме системы рекуррентных уравнений, описывающих переходы между курсами и статусами обучения, и аддитивную модель Prophet, применяемую для независимого прогнозирования ключевых потоков (приём, переводы, отчисления, академические отпуска, восстановления) как отдельных временных рядов. Программная реализация основана на стеке FastAPI–React с использованием ORM-слоя SQLAlchemy и механизмов кэширования результатов прогнозистических расчётов, что обеспечивает высокую производительность при обработке запросов. Результаты экспериментов на реальных данных демонстрируют устойчивость разработанной модели к нелинейным изменениям во входных рядах и подтверждают целесообразность интеграции машинного обучения в контур управления перемещением студентов. Практическая значимость работы заключается в создании информационно-аналитической системы, обеспечивающей автоматизированный мониторинг и прогнозирование траекторий перемещения студентов между курсами и статусами, что позволяет вузам переходить от реактивного к проактивному планированию приёмной кампании, распределения аудиторного фонда, кадровых и инфраструктурных ресурсов.

Прогнозирование временных рядов; машинное обучение; перемещение студентов; студенческий контингент; архитектура информационных систем.

M.A. Radjapov, K.D. Chemukhin, L.E. Petrosyan

FORECASTING STUDENT MOVEMENT USING MACHINE LEARNING AND TIME SERIES ANALYSIS

Managing student mobility amid demographic fluctuations and the digitalization of higher education is becoming a key factor in university sustainability, affecting both financial performance and the quality of the educational process. The increasing complexity of processes such as admissions, withdrawals, academic leaves of absence, transfers, and reinstatements requires a shift from expert assessments to formalized models and predictive analytics based on the processing of large datasets. The aim of this study is to develop and evaluate the effectiveness of a model for forecasting student population dynamics based on machine learning algorithms and using time series analysis. Aggregated statistical data on student mobility at Russian and Chinese universities for the period 2013–2024 were used as the empirical basis, which allowed for consideration of both the structural features of national higher education systems and long-term trends and anomalous events (including the impact of the COVID-19 pandemic). The methodological framework includes a dynamic student cohort balance model in the form of a system of recurrent equations describing transitions between academic years and enrollment statuses, and an additive Prophet model used for independent forecasting of key flows (admissions, transfers, withdrawals, academic leaves of absence, reinstatements) as separate time series. The software implementation is based on the FastAPI–React stack, utilizing the SQLAlchemy ORM layer and mechanisms for caching the results of predictive calculations, which ensures high performance when processing queries. Experimental results on real data demonstrate the robustness of the developed model to nonlinear changes in the input series and confirm the feasibility of integrating machine learning into the student movement management system. The practical significance of this work lies in the creation of an information and analytical system that provides automated monitoring and forecasting of student movement trajectories between courses and statuses, enabling universities to transition from reactive to proactive planning of admissions campaigns, classroom allocation, and the distribution of personnel and infrastructure resources.

Time-series forecasting; machine learning; student movement; student contingent; information system architecture.

Введение. Движение контингента студентов – это динамический процесс, характеризующийся изменением численности и состава обучающихся в течение определённого периода, оказывающее значительное влияние на образовательный процесс в высших учебных заведениях, что обусловлено тремя ключевыми факторами.

Во-первых, численность студентов является стратегическим активом, который определяет содержание образовательных услуг и финансовые результаты деятельности вуза. Во-вторых, сохранение контингента выступает важным требованием системы менеджмента качества, необходимым для обеспечения стабильности образовательного процесса. В-третьих, количество обучающихся напрямую влияет на рейтинговые и экономические показатели вуза, включая такие метрики, как доля иностранных студентов и участие в международных программах [1].

Особую актуальность этим вопросам придаёт общемировая тенденция к цифровизации высшего образования, когда вузы начинают конкурировать как провайдеры онлайн-образования [2]. В данном контексте все более значимую роль играют технологии искусственного интеллекта (ИИ), открывающие новые возможности для управления студенческим контингентом. ИИ-решения, такие как прогнозная аналитика успеваемости, системы мониторинга вовлечённости и интеллектуальные помощники, позволяют перейти от реактивного к проактивному управлению [3]. Внедрение инструментов искусственного интеллекта приводит к трансформации управленческих практик, поскольку ИИ становится ключевым элементом в процессах обработки больших данных, реализации прогнозной аналитики и обеспечения поддержки при выборе оптимальных решений [4].

Учитывая это, для обеспечения стабильности и качества образования необходима оперативная оценка ситуации с численностью студентов и разработка мер по эффективному управлению ею.

Целью настоящего исследования является построение и оценка эффективности модели прогнозирования динамики движения студенческого контингента на основе алгоритмов машинного обучения (ML) и с использованием анализа временных рядов.

Архитектура и стек технологий информационно-аналитической системы. Для решения задачи автоматизации сбора, агрегации и предиктивного анализа данных о движении студенческого контингента была спроектирована и разработана специализированная информационно-аналитическая система (ИАС). Архитектура программного комплекса построена на базе трёхуровневой клиент-серверной модели [5], включающей уровень представления, уровень бизнес-логики и уровень хранения данных. Межкомпонентное взаимодействие организовано на основе архитектурного паттерна REST API [6], что обеспечивает высокую степень масштабируемости системы и слабую связность модулей.

Бизнес-логика реализован на языке программирования Python [7], выбор которого обоснован наличием обширной экосистемы библиотек для анализа данных и машинного обучения. В качестве программного каркаса применён асинхронный серверный интерфейс FastAPI. Использование парадигмы асинхронного программирования в рамках спецификации ASGI [8] позволяет минимизировать время отклика при обработке конкурентных запросов к API, предотвращая блокировку потоков выполнения. Данный фактор является критическим при инициализации ресурсоемких процедур предиктивной аналитики и статистического вывода.

Для хранения исторических данных и результатов прогнозного моделирования используется СУБД PostgreSQL [9]. Взаимодействие кода с базой данных (БД) реализовано через объектно-реляционное отображение SQLAlchemy [10]. Такой подход позволяет отделить логику доступа к данным, исключить SQL-инъекции и улучшить поддерживаемость кода за счёт строгой типизации сущностей.

Реляционная схема базы данных декомпозирована в соответствии с семантической структурой предметной области и включает три ключевые сущности:

- ♦ `student_data` – таблица транзакционных записей, предназначенная для хранения первичных статистических показателей. Схема включает атрибуты года, курса обучения и количественные значения по ключевым процессам (приём, переводы, отчисления, академические отпуска, восстановления).

- ♦ `forecast_data` – таблица кэширования результатов предиктивной аналитики. Сохраняет предсказанные значения временного ряда, а также вычисленные нижние и верхние границы доверительных интервалов для каждого процесса и курса.

♦ *forecast_meta* – служебная таблица метаданных, реализующая механизм оптимизации вычислительных ресурсов. В данной таблице сохраняется криптографический хеш текущего состояния исходного набора данных. При поступлении запроса на прогноз система выполняет сверку хеш-сумм: в случае их совпадения пользователю мгновенно отдаются кэшированные данные из базы данных, а ресурсоемкий пересчет ML-модели иницируется только при обнаружении изменений во входящем наборе данных.

Математическое описание модели прогнозирования. Вычислительное ядро разработанной информационно-аналитической системы базируется на динамической модели баланса контингента [11]. Модель описывает изменение численности и состава обучающихся как дискретную динамическую систему, состояния которой обновляются на каждом временном шаге (учебном году) t .

Состояние контингента описывается вектором $N_c(t)$, элементы которого отражают количество активных студентов на конкретном курсе $c \in \{1, 2, 3, 4, 5\}$.

Предложенная система моделирует изменение вектора состояний через независимые переменные потоков. Векторы потоков формализованы следующим образом:

- ♦ $Adm_1(t)$ – количество зачисленных на первый курс абитуриентов;
- ♦ $Exp_c(t)$ – количество отчисленных с курса c ;
- ♦ $Acad_c(t)$ – количество студентов курса c , ушедших в академический отпуск;
- ♦ $Rest_c(t)$ – количество студентов, восстановленных на курс c ;
- ♦ $Trans_c^{in}(t)$ – количество переведённых студентов на курс c .

Для прогнозирования векторов потоков контингента в системе применена модель машинного обучения Prophet [12], которая осуществляет независимое прогнозирование каждого вектора потока как изолированного временного ряда.

Математическая декомпозиция временного ряда в модели Prophet описывается уравнением:

$$y(t) = g(t) + s(t) + h(t) + \varepsilon_t, \quad (1)$$

где $g(t)$ – функция нелинейного тренда; $s(t)$ – периодические изменения (сезонность); $h(t)$ – влияние выбросов; ε_t – нормально распределённая ошибка модели.

Для формирования контингента первого курса применяется уравнение:

$$N_1(t+1) = Adm_1(t+1) + Trans_1^{in}(t+1) - Exp_1(t+1) - Acad_1(t+1) + Rest_1(t+1). \quad (2)$$

Для последующих курсов применяется марковское свойство перехода, согласно которому численность студентов на текущем курсе определяется как численность студентов на предыдущем курсе в прошлом учебном году, увеличенная или уменьшенная на разницу между переводами, восстановлениями, отчислениями и академическими отпусками:

$$N_c(t+1) = N_{c-1}(t) + Trans_c^{in}(t+1) - Exp_c(t+1) - Acad_c(t+1) + Rest_c(t+1), \quad (3)$$

Программная реализация и визуализация данных. В листинге 1 приведена инициализация и обучение модели прогнозирования.

Листинг 1

Инициализация и обучение предиктивной модели

```
model = Prophet(
    yearly_seasonality=True if len(prophet_df) >= 3 else False,
    weekly_seasonality=False,
    daily_seasonality=False,
    seasonality_mode='additive'
)

model.fit(prophet_df)

# Генерация вектора прогноза на период t+1
future = model.make_future_dataframe(periods=periods, freq="Y")
fc = model.predict(future)
```

В листинге 2 представлен алгоритм итеративного расчёта баланса контингента на основе прогнозных значений входящих и исходящих потоков.

Листинг 2

Расчёт баланса контингента

```
sortedYears.forEach(year => {
  studentCount[year] = {};

  for (let course = 1; course <= 4; course++) {
    const admission = getValue(course, 'admission', year);
    const transfers_in = getValue(course, 'transfers_in', year);
    const expelled = getValue(course, 'expelled', year);
    const academic_leave = getValue(course, 'academic_leave', year);
    const restored = getValue(course, 'restored', year);

    // Базовое уравнение для 1 курса
    if (course === 1) {
      studentCount[year][course] = Math.max(0,
        admission + transfers_in - expelled - academic_leave + restored
      );
    }
    // Марковское свойство перехода для последующих курсов (с > 1)
    else {
      const prevCount = studentCount[year - 1][course - 1] || 0;
      studentCount[year][course] = Math.max(0,
        prevCount + transfers_in - expelled - academic_leave + restored
      );
    }
  }
});
```

Пример загрузки данных в систему и отображения исходной информации представлен на рис. 1. В качестве примера используются данные за 2015–2024 годы.

Прогноз контингента студентов

Импорт/просмотр данных

Построение прогноза

Загрузка данных

Выбрать файл

Загрузить

Загруженные данные

Удалить все данные

Год: 2024

Курс	Приним	Переводы (входящие)	Отчисления	Академ	Восстановление
1	1230	42	95	60	52
2	0	26	82	42	33
3	0	11	72	38	28
4	0	5	52	23	16

Год: 2023

Курс	Приним	Переводы (входящие)	Отчисления	Академ	Восстановление
1	1180	38	92	58	48
2	0	24	78	40	30
3	0	10	68	34	24
4	0	5	48	20	14

Год: 2022

Курс	Приним	Переводы (входящие)	Отчисления	Академ	Восстановление
1	1130	36	88	55	46
2	0	22	75	38	28

Рис. 1. Загрузка данных в систему

На рис. 2 показан прогноз общей численности студентов, а на рис. 3 – детализированный прогноз притока и оттока студентов по курсам.

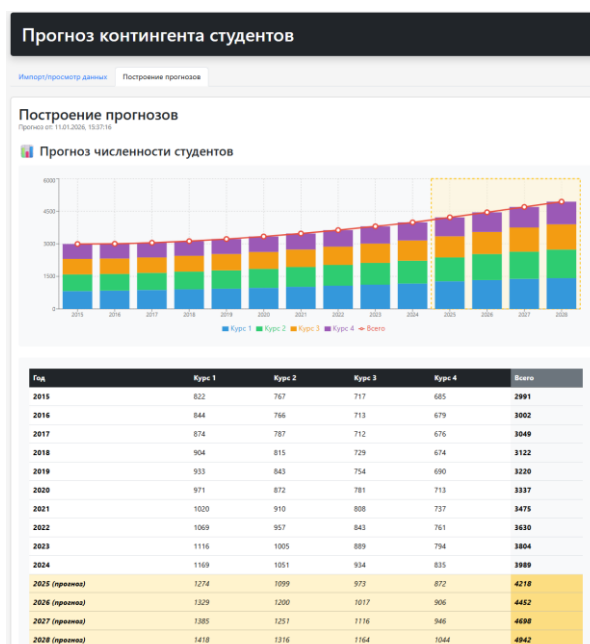


Рис. 2. Прогноз общей численности студентов

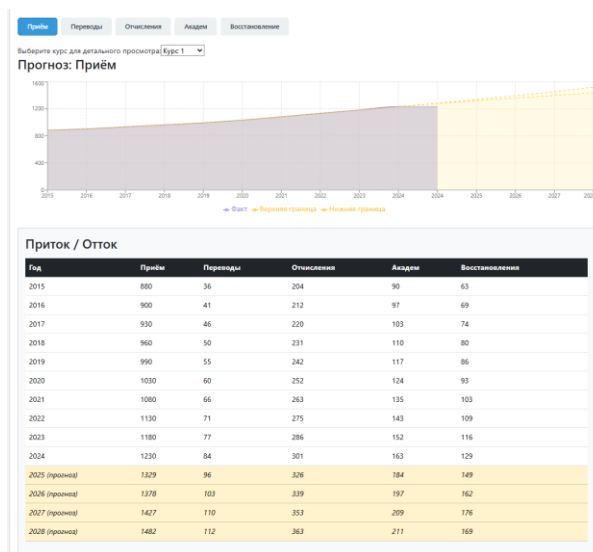


Рис. 3. Подробный прогноз притока/оттока студентов по курсам

Анализ макроэкономической волатильности. Разработанный инструментarium позволяет вузам гибко управлять локальным контингентом. Однако потребность в подобных системах предиктивной аналитики продиктована не только внутренними задачами университетов, но и глобальной турбулентностью образовательной среды. Для обоснования актуальности массового внедрения предложенной ИАС рассмотрим макроэкономические показатели систем высшего образования на примере Российской Федерации и Китайской Народной Республики.

Для обоснования целесообразности внедрения разработанной информационно-аналитической системы и применения алгоритмов машинного обучения был проведён статистический анализ макроэкономической волатильности студенческого контингента.

В качестве референтной модели для сравнения с Российской Федерацией была выбрана система высшего образования Китайской Народной Республики. Выбор Китайской Народной Республики в качестве референтной модели для сравнительного анализа обусловлен беспрецедентной динамикой развития её высшей школы [13–16]. Высокая релевантность китайского опыта подтверждается качественным переходом в глобальных академических рейтингах, где по количеству вузов в топ-2000 КНР впервые опередила США.

Для количественной оценки стабильности данных и обеспечения достоверности выводов применялись стандартные методы математической статистики [17, 18].

Стандартная ошибка среднего (SE) характеризует отклонение выборочной оценки от истинного значения параметра в генеральной совокупности и рассчитывается по формуле:

$$SE = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad (4)$$

где σ – выборочное стандартное отклонение, n – объём выборки.

Для построения 95%-ного доверительного интервала (CI) использовалось t -распределение Стьюдента. Доверительный интервал определяется выражением:

$$CI_{95\%} = \bar{x} \pm t_{\frac{\alpha}{2}, n-1} \times SE, \quad (5)$$

где $\bar{x}$ – среднее арифметическое, $t_{\frac{\alpha}{2}, n-1}$ – критическое значение t -распределения при уровне значимости $\alpha=0,05$ и числе степеней свободы $(n-1)$.

Для количественной оценки относительной вариабельности показателей был рассчитан коэффициент вариации (CV):

$$CV = \frac{\sigma}{\bar{x}} \times 100\%. \quad (6)$$

Данный безразмерный показатель позволяет сравнивать степень разброса данных независимо от масштаба измеряемых величин. Согласно общепринятой классификации, значение CV менее 10% свидетельствует о низкой вариабельности данных, от 10% до 20% – о средней, свыше 20% – о высокой.

Сравнительный анализ динамики студенческого контингента в 2013–2024 гг. Для сравнения динамики контингента студентов в России и Китае был проведён анализ абсолютных и относительных показателей за период 2013–2024 гг. Важно отметить методологическую особенность: в целях обеспечения сопоставимости данных под китайской «докторантурой» в данном исследовании понимается аналог российской аспирантуры, так как она является следующей ступенью после магистратуры, в то время как китайская система не имеет прямого аналога российской докторантуры. В анализ включены данные по российскому специалитету — академическому уровню образования, который сохраняет значительное присутствие в отечественной системе высшего образования и представляет альтернативный путь подготовки специалистов наряду с бакалавриатом.

В табл. 1 представлены статистические данные по количеству студентов в России за 2013–2024 года [19–21].

Таблица 1

Статистика по количеству студентов в России за 2013–2024 год

Учебный год	Уровень образования	Приём (тыс. человек)	Выпуск (тыс. человек)	Контингент (тыс. человек)
2013/2014	бакалавриат	995.1	214.5	2994.8
	магистратура	104.1	75.4	198.3
	специалитет	147.3	936.3	2453.5
	аспирантура	39.0	28.3	132.0

2014/2015	бакалавриат	930.9	589.8	3516.1
	магистратура	118.8	77.4	227.0
	специалитет	142.0	633.3	1465.9
	аспирантура	33.0	25.9	119.9
2015/2016	бакалавриат	866.6	762.6	3530.9
	магистратура	207.5	82.5	330.7
	специалитет	147.7	316.0	904.9
	аспирантура	31.7	26.0	110.0
2016/2017	бакалавриат	773.9	732.6	3263.4
	магистратура	233.9	137.8	446.9
	специалитет	150.1	99.1	689.2
	аспирантура	26.4	18.1	98.4
2017/2018	бакалавриат	745.0	661.0	3032.7
	магистратура	243.0	170.4	509.4
	специалитет	154.0	101.8	703.7
	аспирантура	26.1	17.8	93.5
2018/2019	бакалавриат	741.1	621.9	2902.2
	магистратура	244.5	182.1	536.2
	специалитет	162.4	104.6	723.3
	аспирантура	27.0	15.5	90.8
2019/2020	бакалавриат	735.1	558.8	2796.2
	магистратура	226.8	185.2	525.5
	специалитет	167.5	105.4	746.6
	аспирантура	24.9	14.0	84.3
2020/2021	бакалавриат	707.3	528.9	2773.4
	магистратура	220.1	176.4	770.4
	специалитет	166.0	107.9	770.4
	аспирантура	27.7	14.3	87.8
2021/2022	бакалавриат	732.1	540.7	2760.4
	магистратура	220.6	165.2	490.1
	специалитет	176.4	110.5	793.7
	аспирантура	28.0	14.0	90.2
2022/2023	бакалавриат	751.8	532.7	2776.3
	магистратура	262.2	158.3	529.7
	специалитет	187.6	115.0	824.0
	аспирантура	45.1	14.1	109.7
2023/2024	бакалавриат	819.6	527.6	2884.5
	магистратура	265.6	182.0	576.1
	специалитет	202.4	117.9	864.7
	аспирантура	40.1	15.9	121.6

В табл. 2 представлены статистические данные по количеству студентов в КНР за аналогичный период. Абсолютная численность студентов в КНР многократно превышает российские показатели.

Таблица 2

Статистика по количеству студентов в Китае за 2013-2024 годы

Год	Уровень образования	Приём (тыс. человек)	Выпуск (тыс. человек)	Контингент (тыс. человек)
2013/2014	Бакалавриат	3814.3	3199.7	14944.4
	Магистратура	540.9	460.5	1495.7
	Докторантура	70.5	53.1	298.3

2014/2015	Бакалавриат	3834.2	3413.8	15410.7
	Магистратура	548.7	482.2	1535.0
	Докторантура	72.6	53.7	312.7
2015/2016	Бакалавриат	3894.2	3585.9	15766.8
	Магистратура	570.6	497.7	1584.7
	Докторантура	74.4	53.8	326.7
2016/2017	Бакалавриат	4054.0	3743.7	16129.5
	Магистратура	589.8	508.9	1639.0
	Докторантура	77.2	55.0	342.0
2017/2018	Бакалавриат	4107.5	3841.8	16486.3
	Магистратура	722.2	520.0	2277.6
	Докторантура	83.9	58.0	362.0
2018/2019	Бакалавриат	4221.6	3868.4	16973.3
	Магистратура	762.5	543.6	2341.7
	Докторантура	95.5	60.7	389.5
2019/2020	Бакалавриат	4313.0	3947.2	17508.2
	Магистратура	811.3	577.1	2439.5
	Докторантура	105.2	62.6	424.2
2020/2021	Бакалавриат	4431.2	4205.1	18257.5
	Магистратура	990.5	662.5	2673.0
	Докторантура	116.0	66.2	466.5
2021/2022	Бакалавриат	4446.0	4281.0	18931.0
	Магистратура	1050.7	700.7	2823.0
	Докторантура	125.8	72.0	509.5
2022/2023	Бакалавриат	4679.4	4715.7	19656.4
	Магистратура	1103.6	779.8	3097.5
	Докторантура	139.0	82.3	556.1
2023/2024	Бакалавриат	4781.6	4897.4	20347.0
	Магистратура	1148.4	927.6	3270.5
	Докторантура	153.3	87.1	612.5

Необходимо учитывать демографический контекст для корректного сравнения. Как видно из табл. 3, население Китая примерно в 9,6 раз превышает население России.

Таблица 3

Численность населения России и Китая в 2013-2023 гг, млн человек

Год	Россия (млн. человек)	Китай (млн. человек)
2013	143.5	1367.2
2014	144.0	1376.4
2015	146.7	1383.3
2016	147.1	1392.3
2017	147.5	1400.1
2018	147.7	1405.4
2019	147.8	1410.0
2020	147.9	1412.1
2021	147.4	1412.6
2022	146.9	1411.7
2023	146.4	1409.6

Результаты оценки статистических параметров показателей приёма студентов представлены в табл. 4, 5.

Таблица 4

Статистические параметры показателей приёма студентов в России (2013–2024 гг.)

	Уровень образования	Среднее, тыс. чел.	σ , тыс. чел.	SE, тыс. чел.	CV, %	95% CI, тыс. чел.	Отн. погр., %
Приём	Бакалавриат	789,4	90,33	27,24	11,45	[731,4; 847,5]	3,45
	Магистратура	216,9	50,45	15,2	23,26	[183,4; 250,5]	7,01
	Специалитет	163,9	18,78	5,66	11,45	[151,3; 176,6]	3,45
	Аспирантура	29,99	6,27	1,89	20,91	[25,8; 34,2]	6,29
Выпуск	Бакалавриат	569,7	142,14	42,85	24,96	[474,7; 664,7]	7,52
	Магистратура	139,7	37,9	11,43	27,13	[114,9; 164,6]	8,18
	Специалитет	249,8	280,07	84,44	112,12	[61,6; 438,0]	33,80
	Аспирантура	18,96	5,26	1,59	27,74	[15,8; 22,1]	8,4
Контингент	Бакалавриат	3077,7	252,36	76,07	8,2	[2908,8; 3246,6]	2,47
	Магистратура	463,3	166,22	50,13	35,86	[349,5; 577,0]	10,82
	Специалитет	994,5	529,92	159,78	53,28	[638,5; 1350,5]	16,07
	Аспирантура	103,62	15,75	4,75	15,19	[93,0; 114,3]	4,58

Таблица 5

Статистические параметры показателей приёма студентов в Китае (2013–2024 гг.)

	Уровень образования	Среднее, тыс. чел.	σ , тыс. чел.	SE, тыс. чел.	CV, %	95% ДИ, тыс. чел.	Отн. погр., %
Приём	Бакалавриат	4216	295,78	89,21	7,02	[4018,0; 4414,1]	2,12
	Магистратура	803,5	214,4	64,58	26,68	[662,5; 944,5]	8,03
	Докторантура	96,1	27,53	8,3	28,63	[79,2; 113,0]	8,64
Выпуск	Бакалавриат	3963,8	566,4	170,73	14,29	[3596,4; 4331,2]	4,31
	Магистратура	607,4	149,86	45,17	24,66	[506,4; 708,4]	7,44
	Докторантура	63,8	12,21	3,68	19,14	[56,0; 71,6]	5,77
Контингент	Бакалавриат	17486,7	1704,52	513,92	9,75	[16378,7; 18594,6]	2,94
	Магистратура	2361,1	650,88	196,06	27,55	[2000,5; 2721,8]	8,3
	Аспирантура	440,64	109,55	32,97	24,85	[367,3; 513,9]	7,48

Проведённый статистический анализ демонстрирует высокую точность оценок приёма и контингента студентов: относительная погрешность на уровне бакалавриата составляет 3,45% для России и 2,12% для Китая. Коэффициенты вариации приёма на бакалавриате в обеих странах остаются относительно низкими (Россия – 11,45%, Китай – 7,02%), что указывает на умеренную вариабельность российских данных и низкую вариабельность китайских.

На уровне специалитета показатели приёма также демонстрируют умеренную вариабельность ($CV = 11,45\%$), близкую к бакалавриату, с относительной погрешностью 3,45%. Однако на старших уровнях образования различия становятся более выраженными: российская магистратура и аспирантура характеризуются высокой вариабельностью ($CV = 23,26\%$ и $20,91\%$ соответственно), в то время как в Китае магистратура и докторантура также демонстрируют высокую вариабельность ($CV = 26,68\%$ и $28,63\%$ соответственно).

Анализ показателей выпуска показывает, что стабильность существенно снижается по сравнению с приёмом. В России коэффициент вариации выпуска на всех уровнях остаётся высоким: для бакалавриата $CV = 24,96\%$, для магистратуры – $27,13\%$, а для аспирантуры – $27,74\%$. Выпуск специалистов характеризуется критически высокой вариабельностью ($CV = 112,12\%$), что значительно превышает волатильность выпуска бакалавров, магистров и аспирантов. Это обусловлено резким переходом российской системы образования от программ 5-летних специалистов к программам бакалавриата. Относительная погрешность выпуска специалистов составляет 33,80%, что указывает на очень низкую предсказуемость числа выпускников на этом уровне образования. В Китае аналогично наблюдается снижение стабильности: CV выпуска бакалавриата – $14,29\%$, магистратуры – $24,66\%$, докторантуры – $19,14\%$, что также свидетельствует о высокой вариабельности старших уровней образования.

Анализ контингента студентов выявляет различия в моделях управления: российский контингент бакалавриата демонстрирует умеренную стабильность ($CV = 8,2\%$), магистратура остаётся волатильной ($CV = 35,86\%$), а аспирантура характеризуется средней вариабельностью ($CV = 15,19\%$). Контингент специалистов демонстрирует высокую вариабельность ($CV = 53,28\%$), что отражает структурные изменения в системе образования: падение численности в период 2013-2017 гг. на 72% с последующим плавным восстановлением до 864,7 тыс. человек. Относительная погрешность контингента специалистов составляет 16,07%, что свидетельствует об умеренной предсказуемости контингента на этом уровне. В Китае контингент распределён более равномерно на бакалавриате ($CV = 9,75\%$), но магистратура и аспирантура остаются волатильными ($CV = 27,55\%$ и $24,85\%$ соответственно), что отражает более динамичные процессы набора студентов на старших уровнях образования.

Для нивелирования влияния разницы в численности населения были рассчитаны относительные показатели – количество студентов, принятых и выпущенных на 100 тысяч населения. Их динамика представлена на рис. 4, 5.

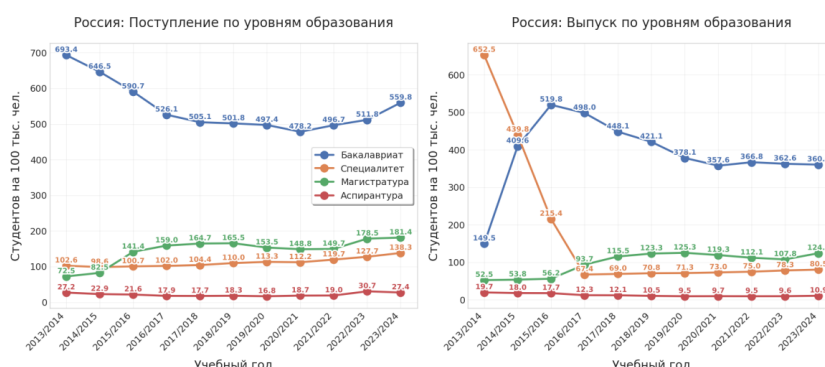


Рис. 4. Динамика поступления и выпуска в России

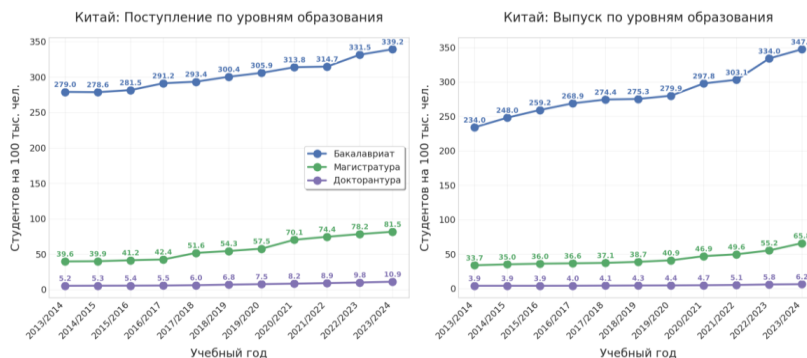


Рис. 5. Динамика поступления и выпуска в Китае

У КНР стабильная, восходящая траектория по всем уровням образования. Рост плавный и постоянный, что отражает реализацию долгосрочной государственной стратегии и эффективное управление.

КНР отличается стабильным ростом по всем уровням высшего образования. Доля магистратуры и докторантуры в Китае выше, чем в России. При этом в России аспирантура остаётся узким сегментом.

Анализ распределения студентов по уровням образования в 2023 году (рис. 6) демонстрирует различия образовательных моделей двух стран. На уровне первого высшего образования обе страны обнаруживают доминирование бакалавриата: в России – 60,5%, в Китае – 84%. Вместе с тем, в России специалитет сохраняет значительную долю (24,9%), что отражает сосуществование традиционной и болонской систем подготовки.

Сегмент подготовки научных кадров в обеих странах характеризуется близкими параметрами: магистратура охватывает 12,1% контингента в России и 13,5% в Китае, при этом доля аспирантуры и докторантуры идентична – 2,5% в обеих системах.

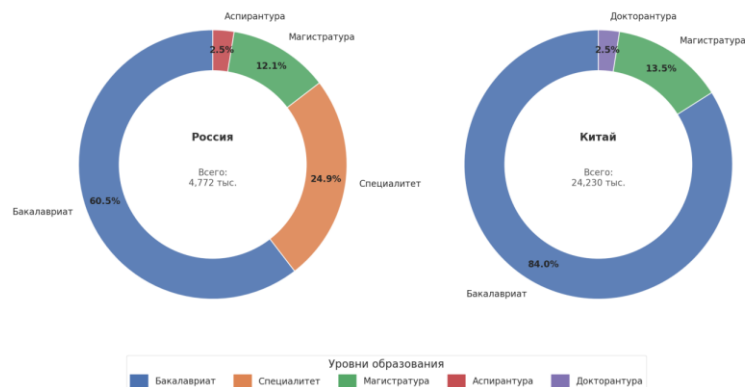


Рис. 6. Распределение студентов по уровням образования за 2023 год

Годовая динамика изменения общего контингента (рис. 7, 8) подчёркивает выявленные ранее различия:

- ♦ Китай демонстрирует стабильный положительный прирост по всем уровням образования, что указывает на управляемое, плановое расширение системы.
- ♦ Россия показывает нестабильную динамику с периодами снижения, что говорит о влиянии демографических волн и иных внешних факторов. Положительная динамика наблюдается лишь в аспирантуре.



Рис. 7. Изменение числа студентов в России

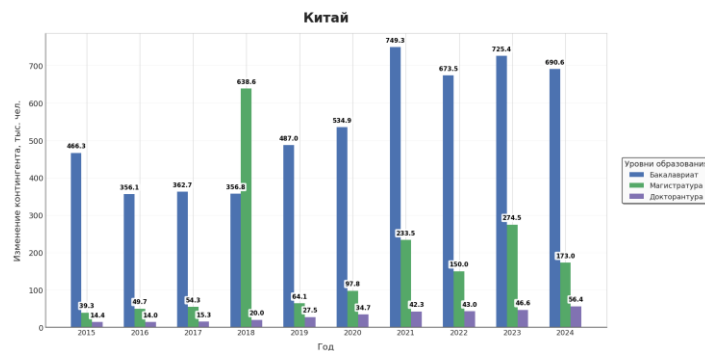


Рис. 8. Изменение числа студентов в КНР

Реализация стабильного роста контингента в КНР достигается благодаря интеграции государственного планирования с инструментами анализа данных, что подтверждается последовательной политикой внедрения информационно-коммуникационных технологий в образовательный процесс. Китайское правительство с середины 1990-х годов целенаправленно реализует политику «информатизации образования», нацеленную на системное внедрение ИКТ для ускорения модернизации высшей школы [22]. Эта политика, несмотря на вызовы, связанные с инфраструктурой и подготовкой кадров, позволила создать масштабную цифровую образовательную среду, что способствовало повышению доступности, управляемости и общей эффективности системы высшего образования. В постпандемийный период эта интеграция углубилась, охватив такие аспекты, как персонализация обучения с помощью анализа больших данных, прогнозирование успеваемости студентов и развитие гибридного формата обучения, сочетающего онлайн- и офлайн-форматы [23]. Эффективность такого подхода подтверждается не только макростатистикой, но и внутренними процессами: исследование практик в китайских вузах показывает их соответствие эталонным моделям в таких аспектах, как прогнозирование и кластеризация данных, что напрямую способствует повышению управляемости и планирования на уровне отдельного университета [24].

Прогностический анализ контингента на 2025-2026 годы. Для демонстрации того, что применение аналитических инструментов повышает предсказуемость развития, проведено прогнозирование на 2025–2026 годы с использованием полиномиальной регрессии второй степени (рис. 9, 10). Полученные результаты подтверждают основной тезис исследования и обосновывают необходимость внедрения прогностических систем в российской высшей школе.

Для прогнозирования использована квадратичная полиномиальная модель, которая адекватно отражает нелинейные тренды в развитии контингента студентов. Модель имеет вид:

$$y = \beta_0 + \beta_1 \times x + \beta_2 \times x^2, \quad (7)$$

где y – прогнозируемая численность студентов, x – год, $\beta_0, \beta_1, \beta_2$ – коэффициенты регрессии.

Исторические данные демонстрируют периоды как роста, так и снижения численности с изменением направления тренда. Данный подход позволяет модели улавливать нелинейные изменения, не подвергаясь риску переобучения.

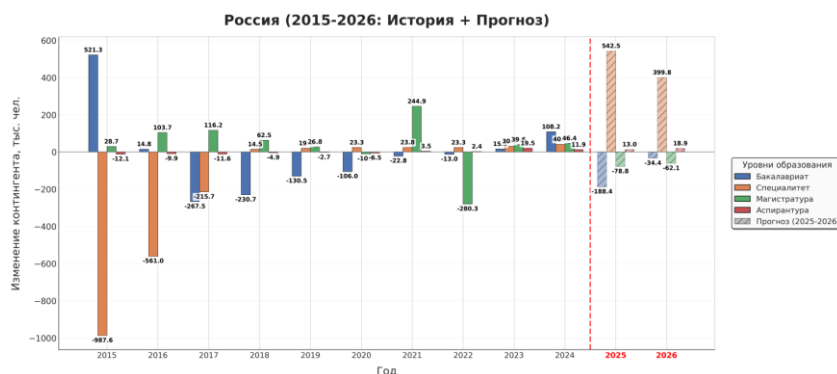


Рис. 9. Изменение контингента студентов в России с прогнозом на 2025–2026 гг.

Анализ прогнозных результатов для России выявляет разнонаправленные тренды по уровням образования. Численность бакалавриата снижается с 2884,5 тыс. в 2024 г. до 2661,7 тыс. в 2026 г. (-7,7%), что отражает замедление темпов роста после восстановления в 2021-2024 гг. Специалитет показывает противоположную тенденцию, возрастая с 864,7 тыс. до 1807,0 тыс. (+109,0%), что может быть связано с восстановлением интереса к традиционной системе подготовки. Магистратура демонстрирует сокращение контингента (576,1 тыс. до 435,2 тыс., -24,5%), в то время как аспирантура остаётся в режиме роста (121,6 тыс. до 153,5 тыс., +26,2%).

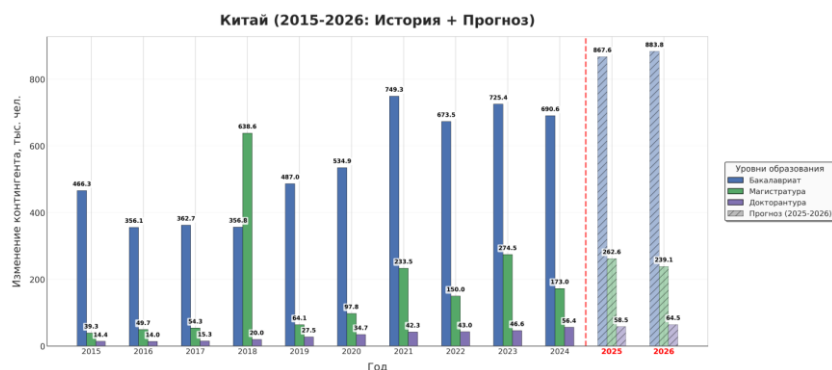


Рис. 10. Изменение контингента студентов в России с прогнозом на 2025–2026 гг.

Прогноз для Китая демонстрирует согласованный рост по всем направлениям подготовки. Численность бакалавриата увеличивается с 20347,0 тыс. в 2024 г. до 22098,4 тыс. в 2026 г. (+8,6%), при ежегодном приросте около 4%. Магистратура растёт быстрее – с 3270,5 тыс. до 3772,2 тыс. (+15,3%), что составляет 6,8-8,0% ежегодно. Докторантура показывает наиболее интенсивный прирост – с 612,5 тыс. до 735,6 тыс. (+20,1%) при годовом темпе около 9,5%.

Практическое применение полученных результатов. Полученные в исследовании результаты согласуются с современными подходами к внедрению технологий искусственного интеллекта в системе высшего образования КНР. В Китае сформирована системная многоуровневая модель интеграции ИИ, которая рассматривает ИИ не как набор точечных сервисов для отдельных задач обучения, а как сквозную инфраструктуру управления образованием на национальном, региональном и институциональном уровнях [25].

На государственном уровне механизм централизованного распределения студентов в Китае, согласно пятилетним планам развития образования, предусматривает установление целевых показателей приёма для провинций и университетов [26, 27]. При этом министерство образования КНР и региональные органы власти всё чаще используют прогностические модели на основе больших данных для согласования этих целевых показателей с демографическими прогнозами численности выпускников школ. Эти прогнозы учитывают региональные демографические тренды, включая возрастную структуру населения, уровень урбанизации и показатели охвата средним образованием.

На институциональном уровне китайские университеты внедряют системы прогнозной аналитики на основе машинного обучения для прогнозирования поступления и удержания студентов. Исследование, проведённое в рамках проекта «Bright Future of China Project-Ningxia», продемонстрировало эффективность применения алгоритмов машинного обучения для предсказания вероятности поступления абитуриентов [28]. В этом проекте использовались предиктивные модели, анализирующие исторические данные приёма студентов на уровне всей провинции, а затем применялись для составления рекомендаций студентам на этапе подачи заявлений. Результаты показали, что персонализированные предсказания на основе машинного обучения увеличили точность прогнозирования успешного поступления и позволили студентам лучше согласовать свой выбор программ с реальными вероятностями приёма.

Примером успешной реализации служит Юго-западный университет (Southwest University, SWU), внедривший многоуровневые системы управления образовательными данными для прогнозирования численности студентов [24]. Университет собирает исторические данные о поступлениях по уровням образования (бакалавриат, магистратура, докторантура) и факультетам, затем применяет методы статистического анализа и машинного обучения для прогнозирования контингента на предстоящие семестры и годы. Это позволяет проактивно планировать распределение ресурсов и развитие инфраструктуры.

Практическая реализация интеграции ИИ в систему высшего образования КНР получила достаточное освещение в документах Министерства образования [29, 30]. Министерством идентифицировано 50 практических сценариев применения технологий искусственного интеллекта в вузах, среди которых платформа askpku.com Пекинского университета, обеспечивающая оптимизацию процессов преподавания и обучения; платформа OpenEdu4Fin Северо-восточного университета финансов и экономики, построенная на основе больших языковых моделей для подготовки специалистов в области финансов; система интеллектуального управления аграрным производством Северо-западного аграрного университета, ориентированная на формирование практических компетенций студентов. Научно-исследовательский институт образовательных технологий iFlytek совместно с Национальным институтом образовательных наук КНР разработал образовательную большую модель, адаптированную под различные дисциплины [31]. Примером успешной реализации являются дисциплинарные модели – модель «Материалы+» Уханьского технологического университета и «Протерозойская модель» Университета геолого-геофизических наук, которые обеспечивают специализированную обработку профессионально значимой информации.

Практическое значение работы заключается в обосновании возможности применения китайского опыта в российской системе высшего образования. На основе модели единой системной интеграции возможно внедрение ИИ-инструментов для прогнозирования численности абитуриентов на основе демографических данных, организации мониторинга академической успеваемости в режиме реального времени и создания адаптивных образовательных траекторий, обеспечивающих более эффективное управление студенческим контингентом.

Внедрение в университетах механизмов принятия управленческих решений на основе анализа данных позволяет обеспечить проведение системного анализа различных показателей эффективности работы всего вуза, производить комплексное планирование программных мероприятий по повышению эффективности деятельности, обеспечивает возможность выполнения периодической оценки принимаемых решений [32].

Важным условием успеха является развитие цифровых компетенций преподавателей, что подтверждается исследованиями, выявившими значимую связь между уровнем цифровой грамотности педагогов и их готовностью использовать цифровые технологии в обучении [33]. Наблюдается существенный разрыв между признанием потенциала ИИ и готовностью к формированию практических навыков работы с ним [34]. Ключевым вектором преодоления этого противоречия является интеграция специализированных модулей, формирующие соответствующие компетенции, в программы повышения квалификации.

Заключение. Разработанный программный комплекс, построенный на стеке FastAPI и React, обеспечивает эффективную обработку временных рядов о перемещениях студентов и интерактивную визуализацию прогнозных данных. Центральным элементом системы выступила предиктивная модель на основе алгоритма Prophet, адаптированная для прогнозирования временных рядов притока и оттока студентов. Предложенный подход позволяет получать прогнозы с низкой вычислительной нагрузкой, что делает его пригодным для оперативного использования в управленческих циклах.

Программный комплекс официально зарегистрирован в Российской Федерации как программа для ЭВМ: «Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2026611922, наименование – StudentFlowForecast: прогнозирование численности студентов».

Научная новизна исследования заключается в разработке и формализации динамической модели баланса контингента, в которой прогнозирование ключевых потоков движения студентов – приёма, переводов, отчислений, академических отпусков и восстановлений – реализовано как независимое прогнозирование временных рядов с использованием аддитивной модели Prophet, интегрированной в трёхуровневую информационно-аналитическую систему с механизмом кэширования на основе криптографических хешей.

Теоретическая значимость: обоснован переход от статических методов к динамическому анализу студенческой мобильности с использованием алгоритмов временных рядов.

Практическая ценность: разработан и внедрён прототип системы для мониторинга и прогнозирования движения студентов, что позволяет перейти к проактивному управлению ресурсами вуза.

Используемые в исследовании временные ряды характеризуются низким уровнем статистической неопределённости: относительная погрешность оценки приёма на бакалавриат составляет 3,45% для российской системы высшего образования и 2,12% для китайской, а для оценки контингента бакалавриата – 2,47% и 2,94% соответственно. Данный уровень вариативности исходных данных обеспечивает устойчивость моделирования и позволяет применять разработанную модель для анализа и прогнозирования динамики движения студенческого контингента.

Дальнейшее внедрение прототипа планируется в РТУ МИРЭА. Дальнейшее развитие исследования предполагает масштабирование разработанной информационно-аналитической системы на региональные уровни с интеграцией в цифровые экосистемы высшего образования и контур комплексного планирования деятельности вузов. Планируется расширение модели за счёт включения внешних факторов – демографических прогнозов, параметров приёмной кампании, макроэкономических показателей и данных о трудоустройстве выпускников – а также переход к более детализированным горизонтам прогнозирования.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Петросян Л.Э.* Экономико-математические модели анализа и прогнозирования движения контингента студентов вуза: автореф. дис. ... канд. экон. наук. – Ростов-на-Дону, 2015. – 30 с.
2. *Лаптева С.В.* Информационные технологии в высшем образовании // Современное педагогическое образование. – 2023. – № 2. – С. 120-125.
3. *Давыдов С.Г., Матвеева Н.Н., Адемукова Н.В., Винканова А.А.* Искусственный интеллект в российском высшем образовании: текущее состояние и перспективы развития // Университетское управление: практика и анализ. – 2024. – Т. 28, № 3. – С. 32-44.
4. *Харсанов Э.Д.* Роль инструментов ИИ в принятии управленческих решений // Вестник евразийской науки. – 2025. – Т. 17, № 1. – URL: <https://esj.today/PDF/81ECVN125.pdf> (дата обращения: 06.10.2025).
5. *Лиманова Н.И., Селезнев И.А.* Анализ эффективности клиент-серверной архитектуры // Бюллетень науки и практики. – 2022. – Т. 8, № 7. – С. 392-396.
6. OpenAPI Specification v3.1.0 // OpenAPI Specification. – URL: <https://spec.openapis.org/oas/v3.1.0.html> (дата обращения: 22.03.2026).
7. Python 3.14.0 documentation // Python. – URL: <https://docs.python.org/3/> (дата обращения: 10.09.2025).
8. ASGI Documentation // ASGI. – URL: <https://asgi.readthedocs.io/en/latest/> (дата обращения: 22.03.2026).
9. Documentation // PostgreSQL. – URL: <https://www.postgresql.org/docs/> (дата обращения: 22.03.2026).
10. SQLAlchemy 2.0 Documentation // SQLAlchemy. – URL: <https://docs.sqlalchemy.org> (дата обращения: 22.03.2026).
11. *Стрельцова Е.Д., Матвеева Л.Г., Петросян Л.Э.* Имитационное моделирование как средство поддержки принятия решений при управлении формированием контингента вузов // Международный журнал экспериментального образования. 2015. – № 7. – С. 139-141. – URL: <https://expeducation.ru/ru/article/view?id=7763> (дата обращения: 22.03.2026).
12. Prophet: Automatic Forecasting Procedure // PyPi. – URL: <https://pypi.org/project/prophet/> (дата обращения: 22.03.2026).
13. Список учреждений и программ, утвержденных и проверенных Министерством образования // Официальный портал контроля, управления и регулирования внешних связей Министерства образования КНР. – URL: <https://www.crs.jsj.edu.cn/index/sort/1006> (дата обращения: 05.10.2025).
14. Asia University Rankings 2025 // Times Higher Education. – URL: <https://www.timeshighereducation.com/world-university-rankings/2025/regional-ranking> (дата обращения: 05.10.2025).
15. Center for World University Rankings (CWUR). World University Rankings 2025-2026 // CWUR. – URL: <https://cwur.org/2025.php> (дата обращения: 04.12.2025).
16. *Yang R.* It took China thirty years to realize universities aren't factories: keynote at XVI International Conference on Higher Education (ICHE 2025) // Institute of Education – HSE University. – URL: <https://ioe.hse.ru/en/news/1097944857.html> (дата обращения: 04.12.2025).

17. Общедоступная официальная статистическая информация // Министерство науки и высшего образования РФ. – URL: <https://minobrnauki.gov.ru/action/stat/highed/> (дата обращения: 10.10.2025).
18. Елисеева И.И., Юзбашев М.М. Общая теория статистики: учебник. – 5-е изд. – М.: Финансы и статистика, 2004. – 656 с.
19. Тихова Г.П. Значение и интерпретация ошибки среднего в клиническом исследовании и эксперименте // Журнал научных статей Здоровье и образование в XXI веке. – 2013. – Т. 15, № 1-4. – С. 352-356.
20. Бондаренко Н.В., Варламова Т.А., Гохберг Л.М. Индикаторы образования: 2025: статистический сборник. – М.: НИУ ВШЭ, 2025.
21. Yearbook // National Bureau of Statistics of China. – URL: <https://www.stats.gov.cn/english/Statisticaldata/yearbook/> (дата обращения: 10.10.2025).
22. Jember S.T. The practice and challenges of adopting information and communication technologies in Chinese higher education // International Journal of Research Studies in Education. – 2021. – Vol. 10, No. 6. – P. 9-19.
23. Chen Y., Zhang H. Research on the Influence of Information Technology on China's Higher Education in the Post-epidemic Era // Atlantis Highlight in Computer Sciences. – 2023. – No. 5. – P. 726-736.
24. Kalim U., Bibi S. Understanding data-driven decision making approach in Chinese higher education through the lens of Bakers model // International Journal of Chinese Education. – 2023. – Vol. 12, No. 1. – P. 1-14.
25. Сяо Цз., Ариунушкина А.А., Машикина О.А. Актуальные вопросы внедрения технологий искусственного интеллекта в систему высшего образования Китая // Вестник Московского университета. Серия 20. Педагогическое образование. – 2025. – Т. 23, № 1. – С. 121-136.
26. Chen Y., Jiang M., Kesten O. An empirical evaluation of Chinese college admissions reforms through a natural experiment // Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. – 2020. – Vol. 117, No. 50. – P. 31696-31705. – URL: <https://www.pnas.org/doi/epdf/10.1073/pnas.2009282117> (дата обращения: 10.12.2025).
27. Australian Department of Education. China's National Education Plan 2025. – Canberra: Government of Australia, Department of Education, 2025. – URL: <https://www.education.gov.au/download/19494/chinas-national-education-plan-2025/41977/document/pdf> (дата обращения: 10.12.2025).
28. Ye X. Personalized Advising for College Match: Experimental Evidence on the Use of Human Expertise and Machine Learning to Improve College Choice // Economics of Education Review. – 2022. – Vol. 83. – Art. 102125. – URL: <https://xiaoyangye.github.io/papers/Ye-ML.pdf> (дата обращения: 10.12.2025).
29. Zhao Y. Artificial intelligence changing learning landscape // China Daily. – 2025. – URL: <https://www.chinadaily.com.cn/a/202502/18/WS67b3db58a310c240449d5c5a.html> (дата обращения: 01.12.2025).
30. Tech revolution powers new leap in China's digital education. (2025). Ministry of Education of the People's Republic of China. – URL: http://en.moe.gov.cn/features/2025WorldDigitalEducationConference/News/202505/t20250518_1191049.html (дата обращения: 12.05.2025).
31. 2025 World University Presidents Forum Hosts "AI and Scientific Research Paradigms Shift". – 2025. iFLYTEK Official Website. – URL: <https://www.iflytek.com/en/news-events/news/290.html> (дата обращения: 25.11.2025).
32. Фурсова К.А. Принятие управленческих решений в университете на основе данных // Актуальные вопросы науки и практики и перспективы их решений: Сб. научных трудов по материалам XV Международной научно-практической конференции. – Анапа, 2023. – С. 84-88.
33. Успаева М.Г., Гачаев А.М. Цифровая трансформация высшего образования в России: инновационные подходы к управлению образовательным процессом // Управление образованием: теория и практика. – 2024. – Т. 14, № 12-2. – С. 83-90.
34. Осипова Л.Б. Искусственный интеллект в образовании: реальные возможности и перспективы // Вестник ПНИПУ. Социально-экономические науки. – 2024. – № 1. – С. 60-73.

REFERENCES

1. Petrosyan L.E. Ekonomiko-matematicheskie modeli analiza i prognozirovaniya dvizheniya kontingenta studentov vuza: avtoref. dis. ... kand. ekon. nauk [Economic and mathematical models for analyzing and forecasting the movement of university student contingent: abstract of a cand. of econ. sc. diss.]. Rostov-on-Don, 2015, 30 p.
2. Lapteva S.V. Informatsionnye tekhnologii v vysshem obrazovanii [Information technologies in higher education], *Sovremennoe pedagogicheskoe obrazovanie* [Modern Pedagogical Education], 2023, No. 2, pp. 120-125.

3. Davydov S.G., Matveeva N.N., Ademukova N.V., Vinkanova A.A. Iskusstvennyy intellekt v rossiyskom vysshem obrazovanii: tekushchee sostoyanie i perspektivy razvitiya [Artificial intelligence in Russian higher education: current state and development prospects], *Universitetskoe upravlenie: praktika i analiz* [University Management: Practice and Analysis], 2024, Vol. 28, No. 3, pp. 32-44.
4. Kharsanov E.D. Rol' instrumentov II v prinyatii upravlencheskikh resheniy [The role of AI tools in management decision-making], *Vestnik evraziyskoy nauki* [The Eurasian Scientific Journal], 2025, Vol. 17, No. 1. Available at: <https://esj.today/PDF/81ECVN125.pdf> (accessed 06 October 2025).
5. Limanova N.I., Seleznev I.A. Analiz effektivnosti kliyent-servernoy arkhitektury [Analysis of the efficiency of client-server architecture], *Byulleten' nauki i praktiki* [Bulletin of Science and Practice], 2022, Vol. 8, No. 7, pp. 392-396.
6. OpenAPI Specification v3.1.0, *OpenAPI Specification*. Available at: <https://spec.openapis.org/oas/v3.1.0.html> (accessed 22 March 2026).
7. Python 3.14.0 documentation, *Python*. Available at: <https://docs.python.org/3/> (accessed 10 September 2025).
8. ASGI Documentation, *ASGI*. Available at: <https://asgi.readthedocs.io/en/latest/> (accessed 22 March 2026).
9. Documentation, *PostgreSQL*. Available at: <https://www.postgresql.org/docs/> (accessed 22 March 2026).
10. SQLAlchemy 2.0 Documentation, *SQLAlchemy*. Available at: <https://docs.sqlalchemy.org> (accessed 22 March 2026).
11. Streltsova E.D., Matveeva L.G., Petrosyan L.E. Imitatsionnoe modelirovanie kak sredstvo podderzhki prinyatiya resheniy pri upravlenii formirovaniyem kontingenta vuzov [Simulation modeling as a decision support tool in managing the formation of university student contingents], *Mezhdunarodnyy zhurnal eksperimental'nogo obrazovaniya* [International Journal of Experimental Education], 2015, No. 7, pp. 139-141. Available at: <https://expeducation.ru/ru/article/view?id=7763> (accessed: 22 March 2026).
12. Prophet: Automatic Forecasting Procedure, *PyPi*. Available at: <https://pypi.org/project/prophet/> (accessed 22 March 2026).
13. Spisok uchrezhdeniy i programm, utverzhdennykh i proverennykh Ministerstvom obrazovaniya [List of institutions and programs approved and verified by the Ministry of Education], *Ofitsial'nyy portal kontrolya, upravleniya i regulirovaniya vneshnikh svyazey Ministerstva obrazovaniya KNR* [Official portal for the control, management and regulation of external relations of the Ministry of Education of the PRC]. Available at: <https://www.crs.jsj.edu.cn/index/sort/1006> (accessed 05 October 2025).
14. Asia University Rankings 2025, *Times Higher Education*. Available at: <https://www.timeshighereducation.com/world-university-rankings/2025/regional-ranking> (accessed 05 October 2025).
15. Center for World University Rankings (CWUR), *World University Rankings 2025-2026*. Available at: <https://cwur.org/2025.php> (accessed 04 December 2025).
16. Yang R. It took China thirty years to realize universities aren't factories: keynote at XVI International Conference on Higher Education (ICHE 2025), *Institute of Education – HSE University*. Available at: <https://ioe.hse.ru/en/news/1097944857.html> (accessed 04 December 2025).
17. Obshchedostupnaya ofitsial'naya statisticheskaya informatsiya [Publicly available official statistical information], *Ministerstvo nauki i vysshego obrazovaniya RF* [Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation]. Available at: <https://minobrnauki.gov.ru/action/stat/highed/> (accessed: 10 October 2025).
18. Yeliseyeva I.I., Yuzbashev M.M. Obshchaya teoriya statistiki: uchebnik [General theory of statistics: textbook]. 5th ed. Moscow, Finansy i statistika, 2004, 656 p.
19. Tikhova G.P. Znachenkiye i interpretatsiya oshibki srednego v klinicheskom issledovanii i eksperimente [Significance and interpretation of the standard error of the mean in clinical research and experiment], *Zhurnal nauchnykh statey Zdorov'ye i obrazovaniye v XXI veke* [Journal of Scientific Articles Health and Education Millennium], 2013, Vol. 15, No. 1-4, pp. 352-356.
20. Bondarenko N.V., Varlamova T.A., Gokhberg L.M. Indikatory obrazovaniya: 2025: statisticheskiy sbornik [Education indicators: 2025: statistical databook]. Moscow: HSE University, 2025.
21. Yearbook, *National Bureau of Statistics of China*. Available at: <https://www.stats.gov.cn/english/Statisticaldata/yearbook/> (accessed 10 October 2025).
22. Jember S.T. The practice and challenges of adopting information and communication technologies in Chinese higher education, *International Journal of Research Studies in Education*, 2021, Vol. 10, No. 6, pp. 9-19.
23. Chen Y., Zhang H. Research on the Influence of Information Technology on China's Higher Education in the Post-epidemic Era, *Atlantis Highlight in Computer Sciences*, 2023, No. 5, pp. 726-736.
24. Kalim U., Bibi S. Understanding data-driven decision making approach in Chinese higher education through the lens of Bakers model, *International Journal of Chinese Education*, 2023, Vol. 12, No. 1, pp. 1-14.

25. Syao Tsz., Arinushkina A.A., Mashkina O.A. Aktual'nyye voprosy vnedreniya tekhnologiy iskusstvennogo intellekta v sistemu vysshego obrazovaniya Kitaya [Current issues of implementing artificial intelligence technologies in the higher education system of China], *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 20. Pedagogicheskoye obrazovaniye* [Moscow University Bulletin. Series 20. Pedagogical Education], 2025, Vol. 23, No. 1, pp. 121-136.
26. Chen Y., Jiang M., Kesten O. An empirical evaluation of Chinese college admissions reforms through a natural experiment, *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 2020, Vol. 117, No. 50, pp. 31696-31705. Available at: <https://www.pnas.org/doi/epdf/10.1073/pnas.2009282117> (accessed 10 December 2025).
27. Australian Department of Education. China's National Education Plan 2025, Government of Australia, Department of Education, Canberra, 2025. Available at: <https://www.education.gov.au/download/19494/chinas-national-education-plan-2025/41977/document/pdf> (accessed 10 December 2025).
28. Ye X. Personalized Advising for College Match: Experimental Evidence on the Use of Human Expertise and Machine Learning to Improve College Choice, *Economics of Education Review*, 2022, Vol. 83, Article 102125. Available at: <https://xiaoyangye.github.io/papers/Ye-ML.pdf> (accessed 10 December 2025).
29. Zhao Y. Artificial intelligence changing learning landscape, *China Daily*, 2025. Available at: <https://www.chinadaily.com.cn/a/202502/18/WS67b3db58a310c240449d5c5a.html> (accessed: 01 December 2025).
30. Tech revolution powers new leap in China's digital education, Ministry of Education of the People's Republic of China, 2025. Available at: http://en.moe.gov.cn/features/2025WorldDigitalEducationConference/News/202505/t20250518_1191049.html (accessed: 12 May 2025).
31. 2025 World University Presidents Forum Hosts "AI and Scientific Research Paradigms Shift", *iFLYTEK Official Website*, 2025. Available at: <https://www.iflytek.com/en/news-events/news/290.html> (accessed 25 November 2025).
32. Fursova K.A. Prinyatiye upravlencheskikh resheniy v universitete na osnove dannykh [Data-driven decision making at the university], *Aktual'nyye voprosy nauki i praktiki i perspektivy ikh resheniy: Sb. nauchnykh trudov po materialam XV Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Current issues of science and practice and prospects for their solutions: Collection of scientific papers based on the materials of the XV International Scientific and Practical Conference]. Anapa, 2023, pp. 84-88.
33. Uspaeva M.G., Gachaev A.M. Tsifrovaya transformatsiya vysshego obrazovaniya v Rossii: innovatsionnyye podkhody k upravleniyu obrazovatel'nykh protsessom [Digital transformation of higher education in Russia: innovative approaches to managing the educational process], *Upravleniye obrazovaniyem: teoriya i praktika* [Education Management Review], 2024, Vol. 14, No. 12-2, pp. 83-90.
34. Osipova L.B. Iskustvennyy intellekt v obrazovanii: real'nyye vozmozhnosti i perspektivy [Artificial intelligence in education: real opportunities and prospects], *Vestnik PNI PU. Sotsial'no-ekonomicheskiye nauki* [PNRPU. Sociology and Economics Bulletin], 2024, No. 1, pp. 60-73.

Раджапов Мирзиёд Адхам угли – МИРЭА – Российский технологический университет; e-mail: radzapovm9@gmail.com; г. Москва, Россия; тел.: +79267270819; кафедра математического обеспечения и стандартизации информационных технологий; магистрант.

Чемухин Константин Дмитриевич – МИРЭА – Российский технологический университет; e-mail: chemukhin.k@yandex.ru; г. Москва, Россия; тел.: +79539336350; кафедра математического обеспечения и стандартизации информационных технологий; магистрант.

Петросян Лусинэ Эдуардовна – МИРЭА – Российский технологический университет; e-mail: Petrosyan1919@list.ru; г. Москва, Россия; тел.: +7 9885529587; кафедра математического обеспечения и стандартизации информационных технологий; к.э.н.; доцент.

Radjapov Mirziyod Adkham ugli – MIREA – Russian Technological University; e-mail: radzapovm9@gmail.com; Moscow, Russia; phone: +79267270819; the Department of Mathematical Support and Standardization of Information Technologies; master's student.

Chemukhin Konstantin Dmitrievich – MIREA – Russian Technological University; e-mail: chemukhin.k@yandex.ru; Moscow, Russia; phone: +79539336350; the Department of Mathematical Support and Standardization of Information Technologies; master's student.

Petrosyan Lusine Eduardovna – MIREA – Russian Technological University; e-mail: Petrosyan1919@list.ru; Moscow, Russia; phone: +79885529587; the Department of Mathematical Support and Standardization of Information Technologies; cand. of econ. sc.; associate professor.