

Моделирование эффективности деятельности университета с использованием электронной информационно-образовательной среды

Баймаков Александр Александрович, Иваньо Ярослав Михайлович,
Федурин Нина Ивановна

Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского,
Россия, п. Молодежный, Иркутский район, Иркутская область, *web@igsha.ru*

Аннотация. В статье приведены результаты исследования, целью которого являлась разработка модуля «Управление образовательными программами», как составной части электронной информационно-образовательной среды (ЭИОС) университета с математическим и алгоритмическим обеспечением для прогнозирования показателей аккредитационного мониторинга, что способствует повышению качества управления образовательным процессом. Исследование основано на анализе многолетних данных по 20 образовательным программам Иркутского государственного аграрного университета. Научная новизна работы состоит в систематизации процессов сбора, хранения и обработки данных, а также в разработке специализированных алгоритмов прогнозирования, адаптированных к особенностям статистических параметров временных рядов показателей мониторинга. В отличие от существующих разработок, предлагаемые алгоритмы реализованы в виде практического инструмента, интегрированного в ЭИОС ВУЗа. Для прогнозирования таких показателей, как средний балл ЕГЭ, доля успешно завершивших обучение и доля трудоустроившихся выпускников, применялся комплекс методов, включающий корреляционно-регрессионный анализ, методы экспертных оценок и вероятностное моделирование на основе трехпараметрического степенного гамма-распределения. Предложено дифференцировать точность оценки прогнозов на основе учета уровня подготовки абитуриентов. Разработанный модуль апробирован на реальных данных, что позволило оценить точность прогнозов. Выполнен ретроспективный прогноз основных показателей аккредитации, значения которого сравнивались с фактическими данными. Средняя относительная погрешность прогноза составила 12,8% для среднего балла ЕГЭ, 18,8% – для доли завершивших обучение и 6,7% – для доли трудоустроившихся выпускников. Полученные результаты демонстрируют практическую применимость модуля для заблаговременной оценки соответствия образовательных программ аккредитационным требованиям и формирования обоснованных управленческих решений.

Ключевые слова: аккредитация, мониторинг, образовательная программа, электронно-информационная образовательная среда, моделирование, управление

Цитирование: Баймаков А.А. Моделирование эффективности деятельности университета с использованием электронной информационно-образовательной среды / А.А. Баймаков, Я.М. Иваньо, Н.И. Федурин // Информационные и математические технологии в науке и управлении, 2026. – № 1(41). – С. 164-179 – DOI:10.25729/ESI.2026.41.1.012.

Введение. Повышение конкурентоспособности и эффективности деятельности университета, улучшение качества образования [1], готовность к выполнению аккредитационных показателей остается актуальной проблемой. Большое внимание учредители ВУЗов уделяют официальному мониторингу Минобрнауки России [2, 3], а также рейтингам, в частности, агентств RAEX [4] и Интерфакс [5]. Помимо российских ВУЗов, многие университеты участвуют в международных рейтингах [6, 7], поэтому с позиции управления университетом необходим инструмент, позволяющий оценивать деятельность ВУЗа и определять перспективы его развития с учетом динамики требований нормативных и законодательных документов. К таким инструментам относятся информационные системы. Важной частью системы образовательного процесса является электронная информационно-образовательная среда (ЭИОС). Согласно Ф3 от 29.12.2012 №273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» ЭИОС представляет собой совокупность информационных технологий, технических средств, электронных информационных ресурсов и образовательных ресурсов, обеспечивающих освоение

обучающимися образовательных программ в полном объеме независимо от места нахождения обучающихся.

Многие исследователи обращают внимание на необходимость формализации направлений деятельности ВУЗа [8], применения методов математического моделирования и разработки информационных систем для оценки рейтинга профессорско-преподавательского состава [9, 10], использования искусственного интеллекта [11, 12] в автоматизации разных направлений деятельности университета.

Основная цель ЭИОС – создание максимально комфортных условий для обучения и взаимодействия студентов и преподавателей. Ключевыми компонентами ЭИОС являются электронные курсы, системы управления обучением, базы данных, а также инструменты для дистанционного обучения.

Эффективная функционирования ЭИОС способствует не только повышению качества образования, но и улучшению управления деятельностью ВУЗом.

Цель работы – разработка модуля «Управление образовательными программами», как составной части электронной информационно-образовательной среды с математическим и алгоритмическим обеспечением для прогнозирования показателей аккредитационного мониторинга.

Научная новизна исследования состоит в систематизации процессов сбора, хранения и накопления данных, выделения особенностей информации о показателях образовательного процесса для определения адекватных методов и алгоритмов применительно к моделированию принятия управленческих решений.

Материалы и методы. При подготовке статьи использованы многолетние данные по среднему баллу ЕГЭ поступающих, сведения о численности выпускников и выпускников целевого набора, данные о трудоустройстве выпускников, информация о профессорско-преподавательском составе, информация о наличии электронной информационно-образовательной среды и внутренней системе оценки качества образования. Для решения задачи управления качеством образования использованы методы сбора, систематизации и обработки данных. При оценке показателей образовательных программ предложен комплекс методов прогнозирования в зависимости от особенностей данных, включающий регрессию, авторегрессию, сравнения последующего и предыдущего уровня с указанием достижимого результата и экспертные оценки. Для временных рядов, обладающих стохастическими свойствами, использована вероятностная оценка показателя.

Основные результаты. Одним из обязательных условий деятельности ВУЗа является наличие электронной информационно-образовательной среды (ЭИОС). В Иркутском государственном аграрном университете разработана собственная электронная информационно-образовательная среда для ВУЗа на основе веб-сервера Apache2, языков программирования PHP 5.3 и JavaScript, сервере баз данные MySQL 5.5.54 [13-15]. ЭИОС выполняет функции, прежде всего, реализации образовательного процесса – взаимодействия студента и преподавателя. Кроме того, она позволяет определять рейтинги студентов в соответствии с направлениями подготовки бакалавров, магистров и специалистов. В электронной информационно-образовательной среде осуществляется мониторинг работы аспирантов ВУЗа.

Важным аспектом работы является оптимизация сбора, систематизации и обработки данных для моделирования. Часть данных получена из системы 1С: Университет ПРОФ с использованием средств автоматизации. Остальные данные хранятся в электронной информационно-образовательной среде с 2012 года.

Данные о результатах ЕГЭ абитуриентов поступают из федеральной информационной системы государственной итоговой аттестации и приема (ФИС ГИА и приема). Эти данные

вносятся в личные дела абитуриентов в системе 1С Университет ПРОФ. После зачисления абитуриентов в число студентов университета реализуется механизм выгрузки результатов вступительных испытаний в ЭИОС. Результаты вступительных испытаний выгружаются по каждому абитуриенту. В ЭИОС выполняется обработка результатов вступительных испытаний: выбираются абитуриенты, которые поступают только по результатам ЕГЭ, группируются по образовательной программе и записываются в отдельную таблицу базы данных.

Информация о движении контингента фиксируется с помощью документа «Приказы» в 1С Университет ПРОФ. Для освоения обучающимися учебного плана реализован механизм синхронизации базы данных 1С Университет ПРОФ и ЭИОС Иркутского ГАУ. С помощью встроенных функций 1С (регламентное задание) и сервера ЭИОС под управлением операционной системы семейства Linux (планировщик заданий Cron) выполняется выгрузка информации о движении контингента с помощью текстовых файлов формата .csv.

Данные о трудоустройстве выпускников собираются сотрудниками центра по трудоустройству с помощью анкетирования. Результаты анкетирования вносятся в документ «Сведения о трудоустройстве» 1С: Университет ПРОФ. Информация о трудоустройстве выпускников выгружается в ЭИОС и выполняется обработка и группировка данных по каждой образовательной программе.

Для управления качеством образования на основе законодательных и нормативных требований предложено разработать модуль «Управление образовательными программами», как элемент ЭИОС.

Предлагаемый модуль «Управление образовательными программами» включает 4 подмодуля (рис. 1):

- «Средний балл ЕГЭ»;
- «Количество выпускников и трудоустройство»;
- «Состав НПР (научно-педагогических работников)»;
- «Наличие ЭИОС и ВНОКО (внутренняя независимая оценка качества образования)».

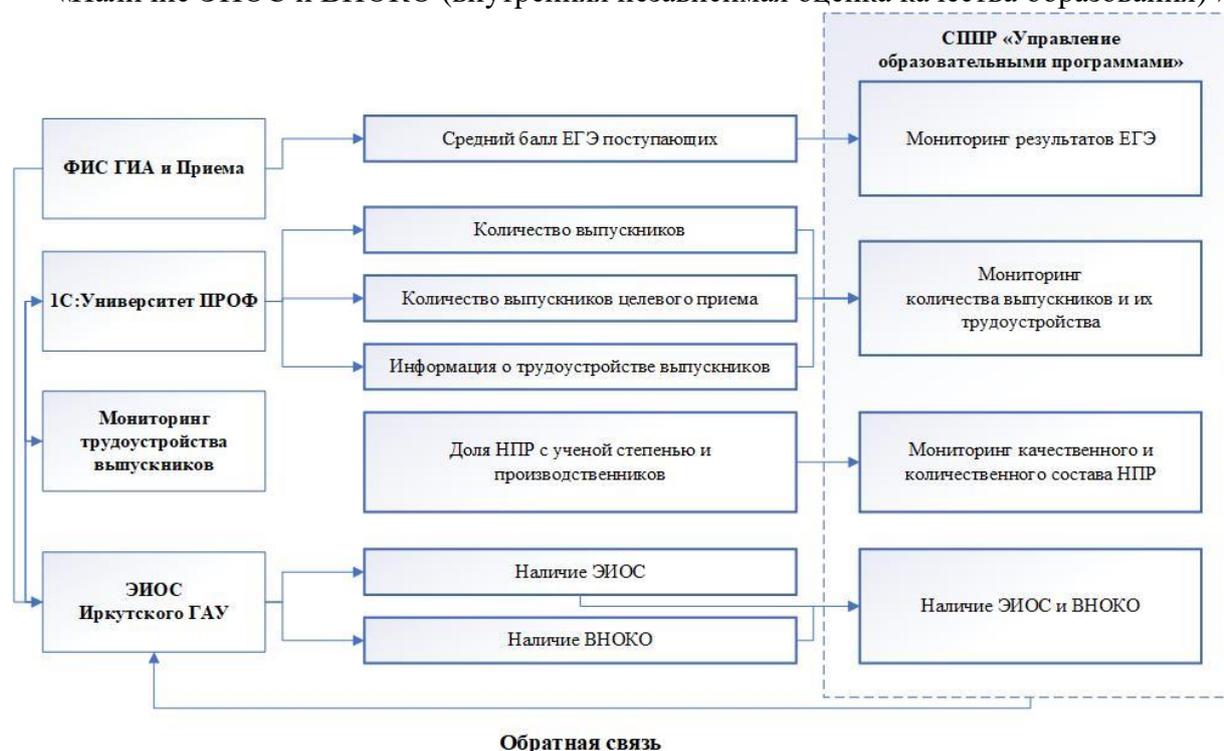


Рис. 1. Группировка исходных данных для модуля «Управление образовательными программами»

Исходные данные для функционирования подмодулей сгруппированы следующим образом:

- средний балл ЕГЭ;
- данные о доле выпускников, успешно завершивших обучение, в т.ч. выпускников целевого обучения, и доля выпускников, трудоустроенных в течение календарного года;
- доля научно-педагогических работников с учеными степенями и доля преподавателей из числа руководителей предприятий;
- наличие ЭИОС и ВНОКО.

Расширение функций ЭИОС связано с мониторингом показателей аккредитации вуза по образовательным программам, оценкой их эффективности и перспективы.

На рисунке 2 показана функциональная модель процесса разработки модуля «Управление образовательными программами». Каждый подмодуль позволяет получать значения определенных показателей эффективности деятельности университета. Результатом их работы является определение динамики показателей внутренней системы оценки качества образования в целом.

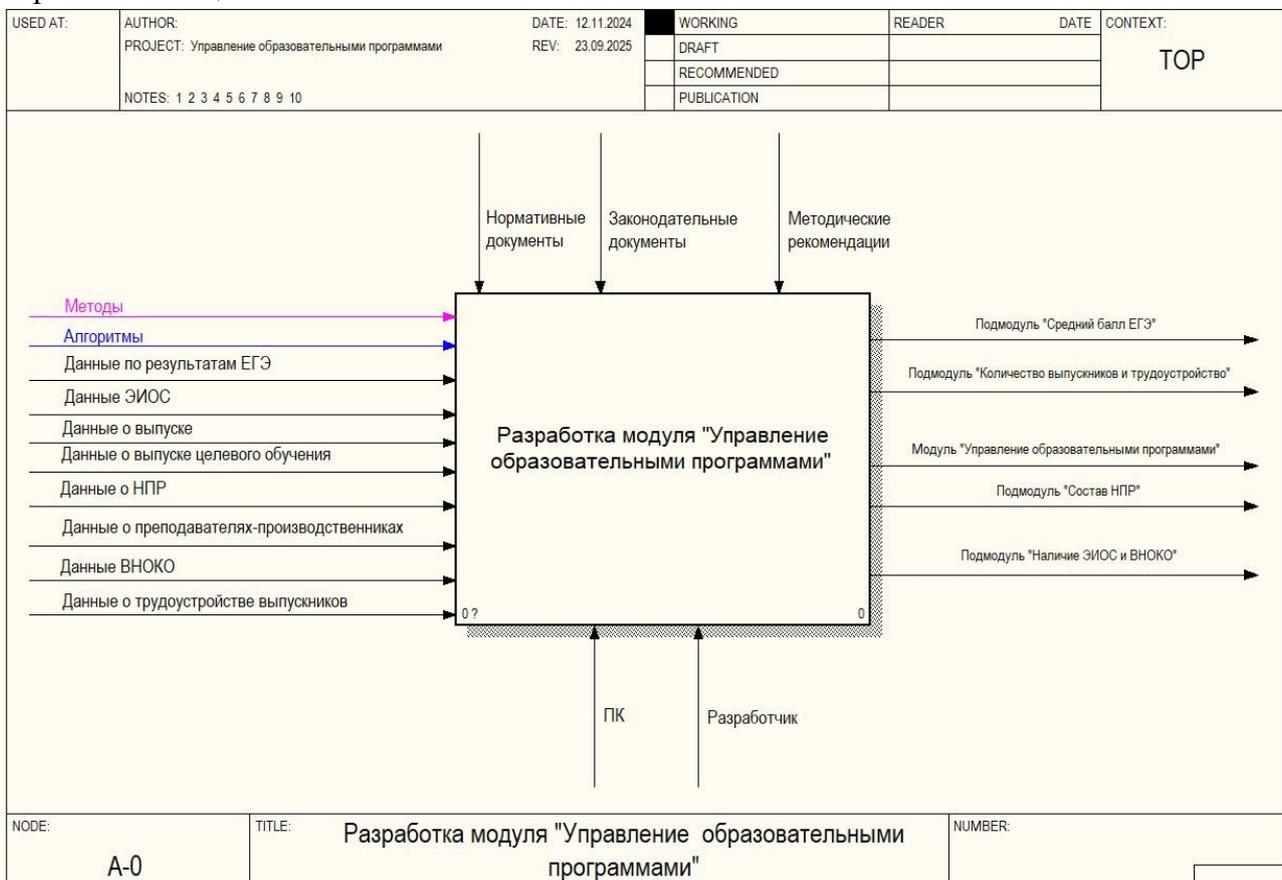


Рис. 2. Функциональная модель разработки модуля «Управление образовательными программами»

На рисунке 3 показана декомпозиция разработки модуля «Управление образовательными программами». Его результатом являются прогностические показатели аккредитационного мониторинга: средний балл ЕГЭ, доля успешно завершивших обучение (в том числе доля успешно завершивших целевое обучение), доля трудоустроившихся выпускников, доля научно-педагогических работников с ученой степенью и званиями, доля научно-педагогических работников из числа предприятий, наличие ЭИОС и ВНОКО.

Приведем описание прогностических методов, основанных на статистической оценке информации, опираясь на данные деятельности Иркутского ГАУ, осуществляющего

образовательную деятельность по 20 образовательным программам высшего образования, которые оцениваются по восьми показателям аккредитации.

Несмотря на тот факт, что в научной литературе [3, 9, 10] описаны различные математические модели управления качеством подготовки специалистов, остаются нерешенными вопросы, связанные с выбором эффективных моделей в зависимости от особенностей информации.

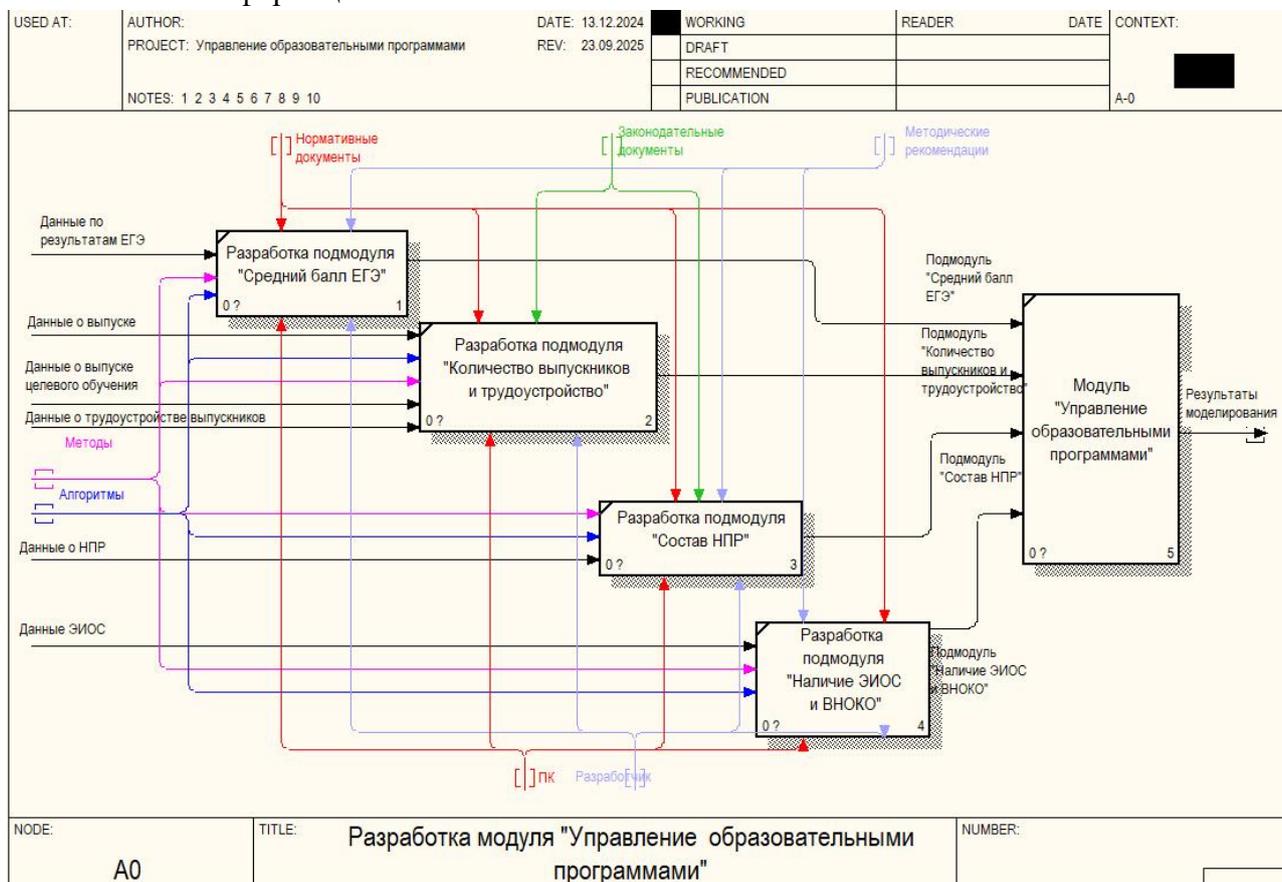


Рис. 3. Декомпозиция разработки модуля «Управление образовательными программами»

Из выделенных групп показателей аккредитационного мониторинга прогнозированию подвергаются, прежде всего, те, которые входят в модули «Средний балл ЕГЭ»; «Количество выпускников и трудоустройство», поскольку показатели «Доля НПП с учеными степенями и званиями», «Наличие ЭИОС и ВНОКО», «Доля НПП из числа руководителей предприятий», «Выпуск студентов целевого набора» относятся к постоянным или слабо изменяющимся величинам.

В таблице 1 приведены фактические показатели аккредитационного мониторинга по 20-ти программам высшего образования на основе данных Иркутского ГАУ за 2023 год.

Предлагается на основе предшествующих многолетних данных и требований Министерства науки и высшего образования России спрогнозировать показатели «Средний балл ЕГЭ», «Доля успешно завершивших обучение (%)» и «Доля трудоустроившихся выпускников» на 2024 год и сравнить результаты с фактическими данными, оценив возможности разных моделей.

Далее рассмотрим модели и прогнозы по каждому показателю (названия столбцов таблицы 1).

Таблица 1. Показатели аккредитационного мониторинга по образовательным программам Иркутского ГАУ за 2023 год

Код программы	Образовательная программа	Средний балл ЕГЭ	Доля успешно завершивших обучение (%)	Доля трудоустроившихся выпускников (%)
06.03.01	Биология	51,0	75,1	92,6
09.03.03	Прикладная информатика	53,0	96,0	94,7
13.03.01	Теплоэнергетика и теплотехника	47,3	61,6	100,0
13.03.02	Электроэнергетика и электротехника	51,8	70,1	90,0
21.03.02	Землеустройство и кадастры	58,2	70,5	100,0
23.03.03	Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов	47,9	65,7	84,3
35.03.01	Лесное дело	49,7	62,5	100,0
35.03.03	Агрохимия и агропочвоведение	48,7	57,6	90,0
35.03.04	Агрономия	53,2	61,0	91,7
35.03.06	Агроинженерия	46,5	56,6	91,7
35.03.07	Технология производства и переработки с.-х. продукции	49,3	67,9	88,9
35.03.08	Водные биоресурсы	49,4	52,8	100,0
35.03.10	Ландшафтная архитектура	53,1	103,8	90,0
36.03.01	Ветеринарно-санитарная экспертиза	52,5	72,6	95,0
36.03.02	Зоотехния	50,9	51,0	100,0
36.05.01	Ветеринария	59,8	208,7	98,0
38.03.01	Экономика	58,1	217,4	88,9
38.03.02	Менеджмент	54,4	33,9	85,7
38.05.01	Экономическая безопасность	52,3	63,8	84,6
44.03.04	Профессиональное обучение	55,2	123,6	84,6

Средний балл ЕГЭ. Проведена статистическая обработка данных среднего балла ЕГЭ абитуриентов, поступивших за период 2019-2023 гг. Анализ показателей более ста временных рядов с помощью корреляционно-регрессионного анализа и оценки их статистических параметров (среднее, среднее квадратическое отклонение, коэффициент асимметрии и автокорреляции), по разным образовательным программам показывает, что временные ряды можно разделить на две группы – случайные и динамико-стохастические. По данным Иркутского ГАУ на основе анализа трендов преобладающее большинство временных рядов являются случайными. Исключение составляет направление подготовки 06.03.01 Биология, где наблюдается тренд увеличения среднего балла ЕГЭ с коэффициентом детерминации $R^2=0,61$:

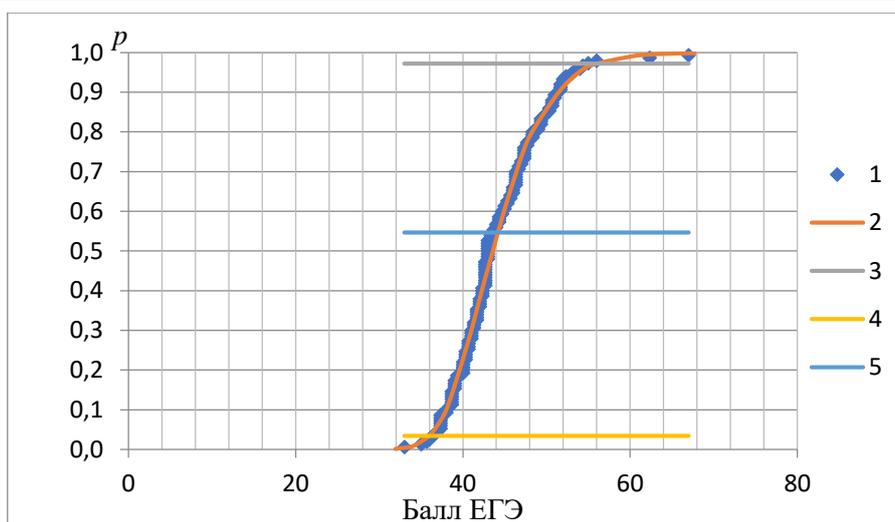
$$y_t = 0,6751t + 47,0, \quad (1)$$

где t – номер года.

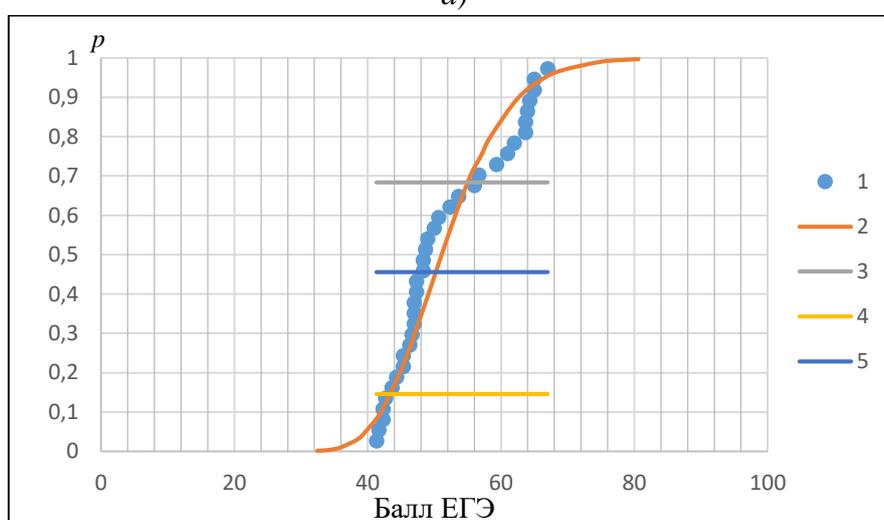
Согласно F -критерию Фишера и t -критерию Стьюдента уравнение регрессии и коэффициент уравнения являются значимыми.

Остальные ряды средних баллов ЕГЭ абитуриентов, поступающих на разные направления подготовки, изменяются случайным образом.

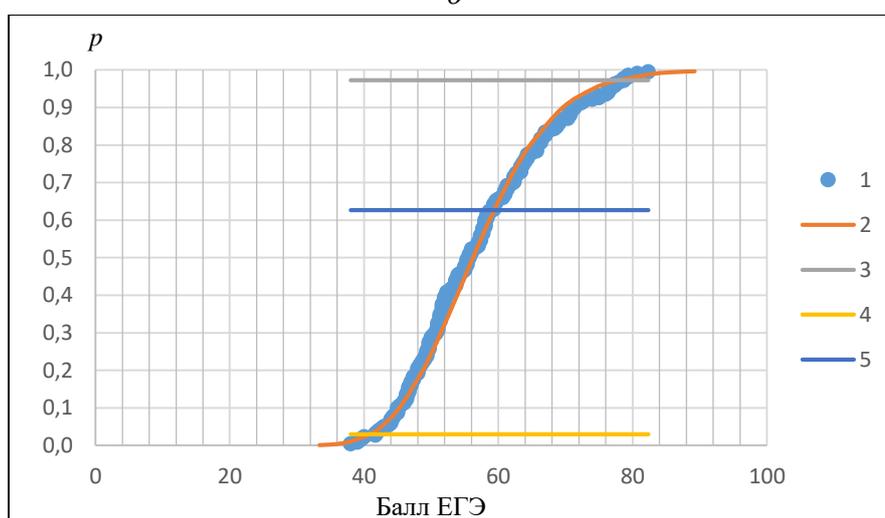
На рисунке 4 показаны графики трехпараметрического степенного гамма-распределения [16], полученные по данным среднего балла ЕГЭ всех абитуриентов, поступивших на приведенные направления подготовки. Эти распределения вероятностей среднего балла абитуриентов характеризуют направления подготовки, соответствующие низким, медианным и высоким значениями оцениваемого показателя. Другими словами, из 20-ти образовательных программ на основе анализа средних значений выбраны три направления с разными уровнями качества абитуриентов.



а)



б)



в)

Рис. 4. Трехпараметрическое степенное гамма-распределение для направлений подготовки 35.03.06 Агроинженерия (а), 38.03.02 Менеджмент (б), специальности 36.05.01 Ветеринария (в) по данным среднего балла ЕГЭ за 2019-2023 гг.:

1 – эмпирическая функция; 2 – аналитическая функция распределения; 3 – вероятность превышения среднего максимума; 4 – вероятность среднего минимума; 5 – вероятность среднего значения

Полученные результаты можно использовать для прогнозирования среднего балла ЕГЭ для образовательных программ. Для этого предлагается ориентироваться на средние значения с учетом дополнительного слагаемого с коэффициентом k , определяющим рост этого показателя:

$$y_t = \bar{y}_t + k\bar{y}_t, \quad (2)$$

где \bar{y}_t – среднее значение ЕГЭ за многолетний период, k – коэффициент роста, назначаемый в зависимости от выделенных групп образовательных программ.

Предложены три группы образовательных программ с учетом увеличения среднего балла ЕГЭ: с низким, средним и высоким значением. Коэффициент k является управляемой величиной в зависимости от факторов, связанных с уровнем подготовки учеников, прежде всего, в сельских школах, требованиями учредителя, правилами приема вуза, тенденциями популярности профессий.

В конкретном случае для образовательных программ с низким баллом ЕГЭ коэффициент роста k принят равным 0,1, со средним значением – 0,08, а с высоким баллом – 0,06. Эти коэффициенты определяются с помощью экспертных оценок. В экспертный совет входят проректор по учебной работе, начальник учебного отдела, декан или директор института, заведующий кафедрой и руководитель образовательной программы. При этом значения k определяются для каждой образовательной системы.

На рис. 5 показаны прогнозные значения среднего балла ЕГЭ на 2024 год по образовательным программам Иркутского ГАУ согласно трендовой модели (1) и расчетной формуле (2). Помимо этого, на рис. 6 обобщены результаты стохастического моделирования средних баллов ЕГЭ по трем выделенным образовательным программам. Здесь приведены средние баллы по средним значениям, средним максимумам и минимумам за многолетний период и их вероятности p_c , p_{max} , p_{min} . Кроме того, приведены значения наибольших и наименьших баллов и их вероятности, полученные по трёхпараметрическому степенному гамма-распределению [16].

Приведенные алгоритмы прогнозирования зависят от особенностей временных рядов и внешних факторов, связанных с тенденциями высшего образования. Поэтому конкретные примеры отражают специфику контингента абитуриентов, поступающих в аграрный университет. В зависимости от статистических характеристик временных рядов показатели аккредитационного мониторинга могут быть разделены на детерминированные, случайные и динамико-стохастические величины, поэтому в зависимости от этих особенностей определяются методы и алгоритмы прогнозирования. С этой точки зрения по среднему баллу ЕГЭ университеты могут прогнозировать ЕГЭ на основе сильно устойчивых, устойчивых и неустойчивых тенденций.

Предложенные модель и алгоритм для прогнозирования среднего балла ЕГЭ с учетом разных групп уровней реализованы в модуле «Управление образовательными программами» электронной информационно-образовательной среды Иркутского ГАУ. Инструментарий для разработки модуля включает в себя стандартные математические и статистические функции языка PHP, сервер базы данных MySQL. Для графического представления результатов используются плагины и фреймворки Bootstrap, Charts и Morris Charts.

Полученные прогностические показатели сравниваются с нормативными показателями аккредитационного мониторинга и выделяются цветом, какой показатель ОП выполняется или не выполняется.

Код программы	Образовательная программа	Средний балл ЕГЭ	Доля успешно завершивших обучение (%)	Доля трудоустроившихся выпускников (%)
06.03.01	Биология	52,13	75,1	92,6
09.03.03	Прикладная информатика	53,12	96,0	94,7
13.03.01	Теплоэнергетика и теплотехника	49,29	61,6	100,0
13.03.02	Электроэнергетика и электротехника	52,98	70,1	90,0
21.03.02	Землеустройство и кадастры	58,51	70,5	100,0
23.03.03	Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов	49,75	65,7	84,3
35.03.01	Лесное дело	51,70	62,5	100,0
35.03.03	Агрохимия и агропочвоведение	50,73	57,6	90,0
35.03.04	Агрономия	54,33	61,0	91,7
35.03.06	Агроинженерия	48,28	56,6	91,7
35.03.07	Технология производства и переработки с.-х. продукции	50,36	67,9	88,9
35.03.08	Водные биоресурсы	51,27	52,8	100,0

Рис. 5. Результаты прогнозирования с помощью модуля ЭИОС «Управление образовательными программами»

Образовательная программа	Средний балл	ρ_c	Среднее максимум	ρ_{max}	Среднее минимум	ρ_{min}	Максимум	Минимум		
35.03.06	44,20	0,55	56,00	0,0282	36,72	0,0344	67,00	0,00138	33,00	0,00418
38.03.02	51,84	0,537	55,00	0,316	43,27	0,145	67,00	0,0470	41,33	0,0862
36.05.01	56,98	0,531	78,05	0,0269	40,78	0,0293	82,33	0,0124	38,00	0,0108

Рис. 6. Результаты стохастического моделирования средних баллов ЕГЭ по трем выделенным образовательным программам

Доля успешно завершивших обучение. Для прогнозирования этого показателя использован следующий алгоритм.

Во-первых, рассчитывался коэффициент, успешно завершивших обучение:

$$l_{t+\tau} = \frac{\alpha_{t+\tau}}{\beta_t}, \quad (3)$$

где $l_{t+\tau}$ – коэффициент отношения успешно завершивших обучение по образовательной программе, $\alpha_{t+\tau}$ – численность выпускников, получивших образование, β_t – количество поступивших на обучение по образовательной программе, t – год поступления в вуз; τ – период обучения. При наличии филиала университета для оценки коэффициента отношения

успешно завершивших обучение по образовательной программе, применима формула, в которой $c_{t+\tau}$ и u_t – число выпускников и поступивших абитуриентов филиала вуза.

$$l_{t+\tau}^F = \frac{\alpha_{t+\tau} + c_{t+\tau}}{\beta_t + u_t} \quad (4)$$

Во-вторых, определяется средний коэффициент отношения успешно завершивших обучение по образовательной программе:

$$\bar{l}_{t+\tau} = \frac{\sum_{i=1}^n l_{t+\tau}^i}{n}, \quad (5)$$

где $\bar{l}_{t+\tau}$ – усредненный коэффициент успешно завершивших обучение, n – многолетний период усреднения, i – номер года.

В-третьих, рассчитывается коэффициент отношения успешно завершивших обучение по образовательной программе, с учетом тенденций приема абитуриентов в соответствии с контрольными цифрами. Для этого предварительно строятся тренды, определяется начальная точка отсчета, соответствующая экстремуму – переходу от падения к росту или наоборот.

$$u'_{t+\tau} = \frac{\sum_{i=v}^n l_{t+\tau}^v}{n}, \quad (6)$$

где v – номер года, соответствующий экстремальному значению тенденции численности поступивших в вуз абитуриентов. Наиболее часто выделяемые тренды соответствуют параболической, степенной и линейной функциям.

В-четвертых, определяются прогностические значения числа выпускников по каждой образовательной программе для двух вариантов:

$$x_{t+\tau} = \bar{l}_{t+\tau} \beta_t, \quad (7)$$

$$x'_{t+\tau} = l'_{t+\tau} \beta_t, \quad (8)$$

где $x_{t+\tau}$, $x'_{t+\tau}$ – число выпускников при использовании среднего коэффициента успешно завершивших обучение и с учетом тенденций набора студентов на первый курс.

На рисунке 5 приведены прогностические значения доли успешно завершивших обучения студентов относительно приема на первый курс β_t , или $\beta_t + u_t$ (%).

Доля трудоустроившихся выпускников. Для прогнозирования этого показателя выполнялись следующие операции.

Проведена статистическая обработка данных о трудоустройстве выпускников 2019-2023 гг. Анализ данных с помощью корреляционного анализа и оценки статистических параметров и рядов трудоустройства по разным образовательным программам показывает, что временные ряды можно разделить на две группы – случайные и динамико-стохастические. Тренд наблюдается по трудоустройству выпускников направления 06.03.01 Биология и 35.03.01 Лесное дело. Прогноз этого показателя по выделенным образовательным программам основан на нелинейной модели в виде асимптотической функции по данным за 2017-2023 гг.:

$$z_t = 100,1 - 44,4e^{-0,311t}, \quad (9)$$

$$z_t = 100,1 - 42,9e^{-0,87t}, \quad (10)$$

где первое слагаемое представляет собой уровень насыщения, соответствующий 100 % с добавлением точности 0,1 %, t – номер года.

По большинству образовательных программ временные ряды изменяются случайным образом, поэтому целесообразно ориентироваться на среднее значение ряда.

$$\bar{z} = \frac{\sum_{t=1}^T z_t}{T}, \quad (11)$$

где \bar{z} – среднее значение доли трудоустроенных за период T ; z_t – доля трудоустроенных за каждый год; t – номер года трудоустройства.

Ввиду отсутствия в некоторые годы сведений по образовательным программам 35.03.08 Водные биоресурсы и аквакультура, 38.03.02 Менеджмент, 44.03.04 Профессиональное обучение (по отраслям), использованы экспертные оценки.

Предложенные модели и алгоритмы прогнозирования доли успешно завершивших обучение, доли трудоустроившихся реализованы в модуле «Управление образовательными программами» электронной информационно-образовательной среды Иркутского ГАУ.

Оценка результатов прогнозирования. Результаты прогнозирования среднего балла ЕГЭ на основе (2) и экспертных оценок приведены в табл. 2. Для оценки качества прогноза показателей рассчитаны относительные погрешности ретроспективного прогноза на 2024 год. Прогноз осуществлялся для двух вариантов коэффициента экспертной оценки k . В первом случае $k=0,05$, а во втором – использован дифференцированный подход, связанный с особенностями направлений подготовки и специальностей ($k=0,06; 0,08; 0,10$). Чем конкурс выше, тем выше значение k .

Средняя погрешность прогноза среднего балла ЕГЭ по 20-ти образовательным программам составила 12,8 % при наибольшем значении 26,1 % для направления 35.03.01 Лесное дело. Средняя погрешность доли успешно завершивших обучение по рассматриваемым образовательным программам соответствует 18,8, а максимальная – 52,0 % по варианту с учетом тенденций числа поступающих. Аналогичные показатели равны 21,6 и 80,0 % при использовании усредненного коэффициента, успешно завершивших обучение. Максимальные расхождения фактических и аналитических данных получены для направлений 38.03.01 Экономика и 35.03.10 Ландшафтная архитектура.

Средняя погрешность доли трудоустроившихся выпускников по всем образовательным программам составила 6,7 %.

Максимальные отклонения аналитических значений от фактических имели место для направлений подготовки 38.05.01 Экономическая безопасность и 44.03.04 Профессиональное обучение (по отраслям) – 15,4 %.

Большое значение для прогнозирования имеет точность прогнозов. Поскольку изменчивость показателей аккредитационного мониторинга для разных образовательных программ разная предлагается алгоритм оценки точности методики и прогноза на основе ретроспективной информации. Отметим, что прогноз связан со следующими факторами:

- требования, или нормативные значения показателей аккредитационного мониторинга;
- многолетняя изменчивость показателя;
- экспертная оценка на основе изменчивости показателя.

В общем случае для каждой образовательной программы необходимо определять точность прогноза или для групп образовательных программ. На основе анализа эмпирических данных предложено выделить три группы по среднему баллу ЕГЭ: с лучшими показателями по ранжированному списку, средними показателями и худшими показателями.

Для каждой группы предлагается использовать следующую формулу оценки точности прогноза:

$$\delta = \frac{k\sigma}{\bar{y}} \times 100\%, \quad (12)$$

где σ – среднее квадратическое отклонение, \bar{y} – среднее значение ряда, k – коэффициент влияния на параметр точности прогностической модели.

Таблица 2. Расчет погрешности прогнозного значения среднего балла ЕГЭ на 2024 год согласно (2)

Код и направление подготовки	Факт	Прогноз для $k=0,05$	Прогноз для	Относительная погрешность прогноза для $k=0,05$	Относительная погрешность прогноза для $k=0,06; 0,08; 0,10$
06.03.01 Биология	52,2	51,0	52,13	2,2	0,1
09.03.03 Прикладная информатика	50,1	53,0	53,12	5,8	6,1
13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника	45,7	47,3	49,29	3,4	7,8
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника	48,7	51,8	52,98	6,4	8,8
21.03.02 Землеустройство и кадастры	53,1	58,2	58,51	9,6	10,2
23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов	44,9	47,9	49,75	6,7	10,8
35.03.01 Лесное дело	41,0	49,7	51,70	21,2	26,1
35.03.03 Агрохимия и агропочвоведение	47,3	48,7	50,73	2,9	7,2
35.03.04 Агрономия	47,5	53,2	54,33	12,0	14,4
35.03.06 Агроинженерия	42,8	46,5	48,28	8,6	12,8
35.03.07 Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции	44,7	49,3	50,36	10,4	12,8
35.03.08 Водные биоресурсы и аквакультура	55,7	49,4	51,27	11,3	7,9
35.03.10 Ландшафтная архитектура	44,6	53,1	53,22	19,2	19,5
36.03.01 Ветеринарно-санитарная экспертиза	46,7	52,5	53,61	12,5	14,9
36.03.02 Зоотехния	44,0	50,9	53,00	15,7	20,5
36.05.01 Ветеринария	54,0	59,8	60,05	10,8	11,3
38.03.01 Экономика	49,0	58,1	58,30	18,6	19,0
38.03.02 Менеджмент	45,7	54,4	55,65	19,0	21,7
38.05.01 Экономическая безопасность	47,0	52,3	52,48	11,2	11,6
44.03.04 Профессиональное обучение (по отраслям)	нет набора	55,2	55,34	0,0	0,0
Среднее значение				10,9	12,8

Группе с лучшими показателями предлагается наиболее высокая точность, а группе с наихудшими показателями – самая низкая. Очевидно, что группа со средними показателями получает промежуточную точность.

В частности, для разных групп предложены следующие коэффициенты k :, полученные на основе соответствия эмпирических данных аналитическим значениям:

- 0,5 для группы лучших показателей;
- 1 для группы средних;
- 1,5 для группы худших.

Для учета мнений экспертов необходимо изменить формулу (12), добавив точность прогноза эксперта:

$$\delta = k_1 \frac{k\sigma}{\bar{y}} + k_2 \delta_1, \quad (13)$$

где k_1, k_2 – весовые коэффициенты (в первом приближении $k_1 = k_2 = 0,5$), δ_1 – точность прогноза эксперта.

Заключение. На основе методов статистической обработки и экспертных оценок разработаны алгоритмы для прогнозирования показателей аккредитационного мониторинга: среднего балла ЕГЭ, доли успешно завершивших обучение и доли трудоустроившихся выпускников, которые отображают специфику изменчивости систематизированных многолетних данных об этих показателях

Особенностью сбора, систематизации и пополнения данных является отлаженное взаимодействие ЭИОС с внутренними информационными системами ИС: Университет ПРОФ и ФИС ГИА и приема.

Для прогнозирования среднего балла ЕГЭ, в основном изменяющегося случайным образом, использовалась модель на основе среднего значения с управляемым коэффициентом роста, определяемым экспертными оценками для групп образовательных программ с разным уровнем качества подготовки абитуриентов. Для других показателей применялись методы, учитывающие как усредненные значения, так и тенденции изменения численности студентов.

На основе информационного обеспечения, разработанных моделей и алгоритмов создан модуль «Управление образовательными программами» в составе ЭИОС, для разработки которого использованы язык программирования PHP, JavaScript и серверы баз данных MySQL. Апробация модуля на многолетних данных образовательной деятельности Иркутского ГАУ показала его работоспособность и позволила оценить точность прогнозов. При этом в модуле реализована методика определения индикатора оценки точности прогнозов.

Разработанный модуль позволяет не только осуществлять мониторинг текущего состояния образовательных программ, но и прогнозировать их развитие, сравнивая полученные результаты с нормативными показателями для необходимой корректировки образовательной, профориентационной работы и мониторинга трудоустройства выпускников.

Перспективы исследований связаны с дальнейшим развитием моделей, адаптацией предложенных алгоритмов для оценки других показателей эффективности деятельности университета и использованием машинного обучения и нейронных сетей для решения управленческих задач.

Список источников

1. Новиков, А.М., Новиков Д.А. Как оценивать качество образования? Персональный сайт академика А.М. Новикова. – URL: http://www.anovikov.ru/artikle/kacth_obr.htm (дата обращения 03.05.2025).
2. Абанкина И.В. Оценка результативности университетов с помощью оболочечного анализа данных / И.В. Абанкина, Ф.Т. Алескеров, В.Ю. Белоусова и др. // Вопросы образования, 2013. – № 2. – С. 15–48. DOI:10.17323/1814-9545-2013-2-15-48.
3. Зинченко, Д.И. Моделирование эффективности российских университетов / Д. И. Зинченко, А. А. Егоров // Экономический журнал Высшей школы экономики, 2019. – Т. 23, № 1. – С. 143–172. DOI 1813-8691-2019-23-1-143-172.
4. Садовничий, В.А. Московский международный рейтинг «Три миссии университета» как инструмент оценки качества высшего образования // В.А. Садовничий // Высшее образование сегодня, 2019. – № 4. – С. 2-9.
5. Лавриненко Я.Б. Анализ инновационных университетов рейтинга «Интерфакс» / Я.Б. Лавриненко // Креативная экономика, 2023. – Т. 17. № 10. – С. 3893-3916.
6. Антюхова Е.А. Рейтинги университетов в глобальном образовательном пространстве / Е.А. Антюхова // Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 4: История. Регионоведение. Международные отношения, 2020. – Т. 25. № 2. – С. 253-267.
7. Сун Юй. Рейтинг университета как компонент PR-стратегии продвижения на рынке образовательных услуг / Юй Сун. // Мир науки, культуры, образования, 2021. – № 1 (86). – С. 346-349.
8. Киселева О.М., Тимофеева Н.М., Быков А.А. Формализация элементов образовательного процесса на основе математических методов // Современные проблемы науки и образования, 2013. – № 1. – С. 224.

9. Николаева Д.Р. Метод математического моделирования процесса оценивания профессиональных компетенций выпускников ВУЗа / В.Э. Борзых, Т.Н. Шалкина, Д.Р. Николаева. – Электрон. журн. // Современные проблемы науки и образования, 2015. – № 1. URL: <http://www.science-education.ru/121-17882> (дата обращения 16.06.2025).
10. Зубкова Т.М. Оценка рейтинга научно-педагогических работников университета на основе автоматизированной информационной системы / Т.М. Зубкова, Е.Н. Наточая // Программные продукты и системы, 2019. – № 3. – С. 525-533.
11. Климов Е.С. О моделях и алгоритмах машинного обучения в управлении аграрным производством / Е.С. Климов, Я.М. Иванько // В сборнике: Научно-исследовательская деятельность аспирантов в решении приоритетных задач развития агропромышленного комплекса. Материалы научно-практической конференции, посвященной 70-летию аспирантуры Иркутского ГАУ. п. Молодежный, 2023. – С. 240-244.
12. Фатхуллин Р.Р. Обоснование инвариантности решений, основанных на образовательной квалиметрии и теории нейронных сетей при оценке качества деятельности образовательных организаций // Вестник Кибернетика и программирование, 2014. – № 6. – С. 33–73. – DOI: 10.7256/2306-4196.2014.6.13477. – URL: http://e-notabene.ru/kp/article_13477.html (дата обращения 18.05.2025).
13. Баймаков А.А. Электронно-информационная образовательная среда и прогнозирование деятельности университета / А.А. Баймаков, Я.М. Иванько, Н.И. Федурин // В сборнике: Цифровые технологии и математическое моделирование в науке, образовании и производстве. Материалы Всероссийской научно-практической конференции для преподавателей и научных сотрудников. Иркутск, 2024. – С. 165-173.
14. Баймаков А.А. Электронная информационно-образовательная среда университета: возможности и перспективы развития / А.А. Баймаков, Я.М. Иванько // В сборнике: Научные исследования и разработки к внедрению в АПК. Материалы международной научно-практической конференции молодых ученых. п. Молодежный, 2023. – С. 486-491.
15. Баймаков А.А. Перспективы цифровой трансформации аграрного университета / А.А. Баймаков, А.О. Замараев, Я.М. Иванько и др. // В сборнике: Цифровые технологии в образовании, науке и сельском хозяйстве. Материалы национального форума с международным участием. Молодежный, 2023. – С. 3-10.
16. Крицкий С.Н. Гидрологические основы управления водохозяйственными системами / С.Н. Крицкий, М.Ф. Менкель. – М.: Наука, 1982. – 271 с.

Баймаков Александр Александрович. Аспирант, руководитель отдела информационных разработок центра информационных технологий Иркутского государственного аграрного университета имени А.А. Ежовского. AuthorID 986990, SPIN: 8062-8930, ORCID: 0009-0002-2082-6902, web@igsha.ru. 664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, п. Молодежный.

Иванько Ярослав Михайлович. Доктор технических наук, профессор кафедры информатики и математического моделирования института экономики, управления и прикладной информатики Иркутского государственного аграрного университета имени А.А. Ежовского. AuthorID: 106394, SPIN: 9654-8057, ORCID: 0000-0003-4118-7185. 664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, п. Молодежный.

Федурин Нина Ивановна. Кандидат технических наук, доцент кафедры информатики и математического моделирования, руководитель центра управления качеством образования Иркутского государственного аграрного университета имени А.А. Ежовского. AuthorID 460753, SPIN: 9556-2188, ORCID: 0000-0002-8714-6859, fedurina_n@mail.ru. 664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, п. Молодежный.

UDC 004.414.23:378.14

DOI:10.25729/ESI.2026.41.1.012

Modeling the effectiveness of university activities using an electronic information and educational environment

Aleksandr A. Baymakov, Yaroslav M. Ivanyo, Nina I. Fedurina

Irkutsk state agrarian university named after A.A. Ezhevsky,

Russia, Molodezhny settlement, Irkutsk district, Irkutsk region, web@igsha.ru

Abstract. This article presents the results of a study aimed at developing an "Educational Program Management" module as part of the university's electronic information and educational environment (EIEE). The module's mathematical and algorithmic support enables forecasting accreditation monitoring indicators, thereby improving

the quality of educational management. The study is based on an analysis of long-term data from 20 educational programs at Irkutsk State Agrarian University. The scientific novelty of this work lies in the systematization of data collection, storage, and processing processes, as well as the development of specialized forecasting algorithms adapted to the specific statistical parameters of monitoring indicator time series. Unlike existing developments, the proposed algorithms are implemented as a practical tool integrated into the university's EIEE. To forecast indicators such as the average Unified State Exam score, the percentage of successful completions, and the percentage of employed graduates, a combination of methods was used, including correlation and regression analysis, expert assessment methods, and probabilistic modeling based on a three-parameter gamma distribution. It is proposed to differentiate the accuracy of forecast assessments based on the level of preparation of applicants. The developed module was tested on real data, and the forecast accuracy was assessed. A retrospective forecast of key accreditation indicators was performed, the values of which were compared with actual data. The average relative forecast error was 12.8% for the average Unified State Exam score, 18.8% for the percentage of successful completions, and 6.7% for the percentage of employed graduates. The obtained results demonstrate the practical applicability of the module for the early assessment of educational programs' compliance with accreditation requirements and the formation of informed management decisions.

Keywords: accreditation, monitoring, educational program, electronic information educational environment, modeling, management

References

1. Novikov, A.M., Novikov D.A. Kak ocenivat' kachestvo obrazovaniya? Personal'nyj sajt akademika A.M. Novikova [How to assess the quality of education? Personal website of academician A.M. Novikov], available at: http://www.anovikov.ru/artikle/kach_obr.htm (accessed 03/05/2025).
2. Abankina I.V., Aleskerov F.T., Abankina I.V., Belousova V.YU. et al. Ocenka rezul'tativnosti universitetov s pomoshch'yu obolochecnogo analiza dannyh [Evaluation of the performance of universities using shell data analysis]. *Voprosy obrazovaniya* [Educational studies]. 2013, no 2, pp. 15-48, DOI:10.17323/1814-9545-2013-2-15-48.
3. Zinchenko D.I., Egorov A.A. Modelirovanie effektivnosti rossijskikh universitetov [Modeling the efficiency of Russian universities]. *Ekonomicheskij zhurnal Vysshey shkoly ekonomiki* [HSE Economic Journal]. 2019, vol. 23, no 1, pp. 143-172, DOI 1813-8691-2019-23-1-143-172.
4. Sadovnichij, V.A. Moskovskij mezhdunarodnyj rejting «Tri missii universiteta» kak instrument ocenki kachestva vysshego obrazovaniya [Moscow international ranking "Three university missions" as a tool for assessing the quality of higher education]. *Vyssheye obrazovaniye segodnya* [Higher education today], 2019, no 4, pp. 2-9.
5. Lavrinenko, YA.B. Analiz innovacionnyh universitetov rejtinga «Interfaks» [Analysis of innovative universities in the Interfax rating]. *Kreativnaya ekonomika* [Creative Economics], 2023, vol. 17, no 10, pp. 3893-3916.
6. Antyuhova E.A. Rejtingi universitetov v global'nom obrazovatel'nom prostranstve [University rankings in the global educational space]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya 4: Istorija. Regionovedeniye. Mezhdunarodnyye otnosheniya* [Bulletin of Volgograd state university. Series 4: History. Regional Studies. International Relations], 2020, vol. 25, no 2, pp. 253-267.
7. Sun YUj. Rejting universiteta kak komponent PR-strategii prodvizheniya na rynke obrazovatel'nyh uslug [University ranking as a component of a PR strategy for promoting in the educational services market]. *Mir nauki, kul'tury, obrazovaniya* [World of Science, Culture, Education], 2021, no 1 (86), pp. 346-349.
8. Kiseleva O.M., Timofeeva N.M., Bykov A.A. Formalizatsiya elementov obrazovatel'nogo processa na osnove matematicheskikh metodov [Formalization of elements of the educational process based on mathematical methods]. *Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya* [Modern problems of science and education], 2013, no 1, pp. 224.
9. Nikolaeva D.R., SHalkina T.N., Borzyh V.E. Metod matematicheskogo modelirovaniya processa ocenivaniya professional'nyh kompetencij vypusnikov VUZa [Method of mathematical modeling of the process of assessing professional competencies of university graduates]. *Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya* [Modern problems of science and education], 2015, no 1, available at: <http://www.science-education.ru/121-17882> (accessed 16/06/2025).
10. Zubkova T.M., Natochaya E.N. Ocenka rejtinga nauchno-pedagogicheskikh rabotnikov universiteta na osnove avtomatizirovannoj informacionnoj sistemy [Evaluation of the rating of scientific and pedagogical workers of the university based on the automated information system] *Programmnyye produkty i sistemy* [Software & systems], 2019, no 3, pp. 525-533.
11. Klimov E.S., Ivan'o YA.M. O modelyah i algoritmah mashinnogo obucheniya v upravlenii agrarnym proizvodstvom [On models and algorithms of machine learning in the management of agricultural production]. *Nauchno-issledovatel'skaya deyatel'nost' aspirantov v reshenii prioritnykh zadach razvitiya agropromyshlennogo kompleksa: materialy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Research Activities of

- Postgraduates in Solving Priority Problems of Agro-Industrial Complex Development: Proceedings of the Scientific and Practical Conference]. Molodezhny, 2023, pp. 240-244.
12. Fathullin R.R. Obosnovanie invariantnosti reshenij, osnovannyh na obrazovatel'noj kvalimetrii i teorii nejronnyh setej pri ocenke kachestva deyatel'nosti obrazovatel'nyh organizacij [Justification of the invariance of solutions based on educational qualimetry and the theory of neural networks in assessing the quality of activities of educational organizations]. NB: Kibernetika i programmirovaniye [NB: Cybernetics and Programming], 2014, no 6, pp. 33–73, DOI: 10.7256/2306-4196.2014.6.13477, available at: http://e-notabene.ru/kp/article_13477.html (accessed 18/05/2025).
 13. Bajmakov A.A., Ivan'o YA.M., Fedurina N.I. Elektronno-informacionnaya obrazovatel'naya sreda i prognozirovaniye deyatel'nosti universiteta [Electronic information educational environment and forecasting of university activities]. Tsifrovyye tekhnologii i matematicheskoye modelirovaniye v nauke, obrazovanii i proizvodstve: materialy Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii [Digital technologies and mathematical modeling in science, education and production: proceedings of the All-Russian Scientific and Practical Conference]. Irkutsk, 2024, pp. 165-173.
 14. Bajmakov A.A. Ivan'o YA.M. Elektronnoy informacionno-obrazovatel'naya sreda universiteta: vozmozhnosti i perspektivy razvitiya [Electronic information and educational environment of the university: opportunities and development prospects]. Nauchnyye issledovaniya i razrabotki k vnedreniyu v APK: materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii molodykh uchenykh [Scientific research and development for implementation in agro-industrial complex: proceedings of the international scientific and practical conference of young scientists]. Molodezhny, 2023, pp. 486-491.
 15. Bajmakov A.A., Zamaraev A.O., Ivan'o YA.M., Fedurina N.I. Perspektivy cifrovoj transformacii agrarnogo universiteta [Prospects for digital transformation of the agricultural university]. Tsifrovyye tekhnologii v obrazovanii, nauke i sel'skom khozyaystve: materialy natsional'nogo foruma s mezhdunarodnym uchastiyem [Digital technologies in education, science and agriculture: proceedings of the national forum with international participation]. Molodezhny, 2023, pp. 3-10.
 16. Kritskiy S.N., Menkel M.F. Gidrologicheskiye osnovy upravleniya vodokhozyaystvennymi sistemami [Hydrological Foundations of Water Management Systems Management]. Moscow, Nauka [Science] Publ., 1982, 271 p.

Bajmakov Aleksandr Aleksandrovich. Postgraduate student, Head of the Information Development Department of the Information Technology Center of the Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky. AuthorID 986990, SPIN: 8062-8930, ORCID 0009-0002-2082-6902, web@igsha.ru. 664038, Russia, Irkutsk Region, Irkutsk District, Molodezhny settlement.

Ivano Yaroslav Mikhailovich. Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Informatics and Mathematical Modeling of the Institute of Economics, Management and Applied Informatics of the Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky. AuthorID: 106394, SPIN: 9654-8057, ORCID: 0000-0003-4118-7185. 664038, Russia, Irkutsk Region, Irkutsk District, Molodezhny settlement.

Fedurina Nina Ivanovna. Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Computer Science and Mathematical Modeling, Head of the Education Quality Management Center of the Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky. AuthorID: 460753, SPIN: 9556-2188, ORCID: 0000-0002-8714-6859, fedurina_n@mail.ru. 664038, Russia, Irkutsk Region, Irkutsk District, Molodezhny settlement.

Статья поступила в редакцию 04.07.2025; одобрена после рецензирования 18.11.2025; принята к публикации 24.02.2026.

The article was submitted 07/04/2025; approved after reviewing 11/18/2025; accepted for publication 02/24/2026.