

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
«МИФИ»

Е.Б. Весна, А.Г. Трофимов

Анализ факторов академической
успеваемости студентов
ТЕХНИЧЕСКИХ ВУЗОВ

Монография

Москва 2025

УДК 371.26(064)
ББК 74.58
В 38

Весна Е.Б., Трофимов А.Г. Анализ факторов академической успеваемости студентов технических вузов: Монография. М.: НИЯУ МИФИ, 2025. – 176 с.

Монография посвящена комплексному исследованию факторов академической успеваемости студентов технического вуза на основе методов аналитики образовательных данных. По результатам детального статистического анализа данных более 7000 студентов НИЯУ МИФИ за период 2017–2023 гг. сделаны выводы о влиянии довузовских характеристик абитуриентов (баллы ЕГЭ, наличие школьной медали с отличием, участие в олимпиадах и инженерных конкурсах, тип и регион школы) на последующую успеваемость в университете, измеряемую как через оценки по учебным дисциплинам, так и через внеучебные достижения. Особое внимание уделено исследованию совместного влияния олимпиадного и инженерного факторов на академическую успеваемость.

Полученные результаты имеют практическую значимость для совершенствования системы приема в инженерные вузы, разработки персонализированных образовательных траекторий и принятия управленческих решений, основанных на данных.

Монография предназначена для специалистов в области образовательной аналитики, исследователей высшего образования, руководителей и преподавателей вузов, а также для всех, кто интересуется применением анализа данных в образовании.

Рецензенты: С.В. Киреев, д-р физ.-мат. наук, профессор,
Институт лазерных и плазменных технологий НИЯУ МИФИ,
заслуженный работник высшей школы РФ,
Л.В. Яроцкая, д-р пед. наук, профессор, ведущий эксперт Центра анализа
и прогнозирования мирового научно-технологического развития
Института международных отношений НИЯУ МИФИ

ISBN 978-5-7262-3208-9

© Национальный исследовательский
ядерный университет «МИФИ», 2025

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	6
Глава 1. Введение в аналитику образовательных данных в контексте академической успеваемости студентов	9
1.1. Понятие академической успеваемости студента	9
1.2. Метрики академической успеваемости	12
1.3. Аналитика образовательных данных	16
1.4. Факторы академической успеваемости	20
1.5. Особенности анализа академической успеваемости студентов технических вузов	24
1.6. Роль участия в олимпиадах в аналитике образовательных данных	26
1.7. Роль участия в инженерных конкурсах в аналитике образовательных данных технического вуза	29
1.8. Статистические методы аналитики образовательных данных	31
Глава 2. Анализ факторов и метрик академической успеваемости студентов НИЯУ МИФИ	35
2.1. Факторы и метрики академической успеваемости студентов НИЯУ МИФИ	35
2.2. Методика исследования	40
2.3. Анализ динамики факторов и метрик академической успеваемости	44
2.3.1. Анализ динамики факторов академической успеваемости	44
2.3.2. Анализ динамики баллов за учебные дисциплины	46
2.4. Статистический анализ довузовских факторов академической успеваемости	49
2.4.1. Описательная статистика по регионам и типам школ	50
2.4.2. Описательная статистика по медалистам	53
2.4.3. Анализ влияния школьной медали с отличием на баллы ЕГЭ	56
2.5. Исследование влияния довузовских факторов на успеваемость по учебным дисциплинам	64
2.5.1. Описательная статистика баллов по учебным дисциплинам	64
2.5.2. Анализ влияния региона и типа школы на успеваемость студента	69

2.5.3. Исследование статистической связи баллов ЕГЭ и успеваемости.....	73
2.5.4. Анализ влияния школьной медали с отличием на успеваемость.....	76
2.5.5. Исследование динамики баллов медалистов.....	79
2.5.6. Влияние региона и типа школы на баллы медалистов.....	81
2.6. Исследование влияния довузовских факторов на внеучебные достижения.....	88
2.6.1. Описательная статистика метрик внеучебных достижений.....	89
2.6.2. Влияние региона и типа школы на внеучебные достижения студентов.....	92
2.6.3. Взаимосвязь баллов ЕГЭ, наличия школьной медали с отличием и активности студента.....	95
2.6.4. Взаимосвязь успеваемости по учебным дисциплинам и активности студента.....	98
2.6.5. Анализ влияния школьной медали с отличием на активность и успеваемость студента.....	100
Глава 3. Исследование влияния олимпиадного фактора на метрики академической успеваемости.....	104
3.1. Исследование связи довузовских факторов академической успеваемости с участием в олимпиадах.....	104
3.1.1. Описательная статистика по олимпиадникам.....	104
3.1.2. Исследование влияния олимпиадного фактора на баллы ЕГЭ.....	109
3.2. Анализ метрик академической успеваемости олимпиадников.....	116
3.2.1. Влияние олимпиадного фактора на успеваемость.....	117
3.2.2. Анализ динамики баллов олимпиадников.....	120
3.2.3. Анализ влияния региона и типа школы на баллы олимпиадников.....	122
3.2.4. Анализ влияния олимпиадного опыта на внеучебные достижения студента.....	125
Глава 4. Исследование влияния инженерного фактора на метрики академической успеваемости.....	129
4.1. Исследование связи внешних факторов академической успеваемости с достижениями в инженерных конкурсах.....	129
4.1.1. Описательная статистика по участникам инженерных конкурсов.....	129
4.1.2. Анализ влияния инженерного фактора на баллы ЕГЭ.....	133

4.2. Метрики академической успеваемости	
студентов с инженерными достижениями	141
4.2.1. Анализ влияния инженерного фактора на успеваемость	141
4.2.2. Динамика баллов студентов с инженерными достижениями	145
4.2.3. Анализ влияния региона и типа школы на баллы	
студентов с инженерными достижениями	147
4.2.4. Анализ влияния инженерного фактора	
на внеучебные достижения студента	149
4.3. Исследование совместного влияния олимпиадного фактора	
и инженерных достижений на метрики	
академической успеваемости.....	153
4.3.1. Анализ связи олимпиадного, инженерного	
и других довузовских факторов	153
4.3.2. Исследование влияния олимпиадного	
и инженерного факторов на успеваемость	156
4.3.3. Влияние олимпиадного и инженерного факторов	
на внеучебные достижения студента	161
Заключение	167
Список литературы	171
Приложение. Коды некоторых регионов РФ	174

Введение

Современная система высшего инженерного образования действует в условиях острейшей конкуренции, в первую очередь – в сфере привлечения талантливых абитуриентов. Для технических университетов эта задача трансформируется из просто конкурентной гонки за показатели качества приема в стратегическую необходимость, напрямую связанную с их фундаментальной миссией – быть поставщиком кадров для национальных проектов технологического лидерства.

Талантливые студенты являются тем самым критически важным «сырьем», из которого создаются технологические прорывы. Однако в современных условиях привлечения талантов уже недостаточно – ключевым конкурентным преимуществом становится способность выстроить максимально эффективную и персонализированную траекторию их развития. Поэтому перед инженерными вузами стоит стратегическая задача не только привлекать талантливых абитуриентов, но и обеспечивать их эффективное обучение, минимизировать риски академического отставания и отчисления, а также способствовать раскрытию потенциала каждого студента. В этих условиях традиционные подходы к управлению учебным процессом уступают место решениям, основанным на данных. Возникает необходимость в глубоком понимании того, какие факторы определяют академическую успеваемость и как их можно использовать для улучшения образовательных результатов.

В целом вузы все яснее осознают необходимость построения образовательного процесса на основе анализа данных с использованием инструментов *data science*. Такой подход предполагает создание цифрового профиля каждого студента, который формируется исходя из анализа образовательной активности, успеваемости по отдельным модулям, вовлеченности в проекты и поведения в цифровой среде вуза. Это позволяет перейти от конвейерной системы обучения к гибкому и адресному наставничеству. Алгоритмы могут выявлять скрытые способности и потенциальные точки роста, прогнозировать риски академической неуспеваемости и своевременно предлагать меры поддержки.

Подход, основанный на данных, позволяет не только развивать индивидуальные таланты, но и создавать синергетические команды, являющиеся двигателем инноваций. Анализируя цифровые портреты студентов, можно целенаправленно формировать междисциплинарные проектные группы, объединяя, к примеру, талантливого программиста, одаренного математика и инженера с сильными лидерскими качествами. Это превращает университетскую среду в высокоэффективный «конструктор» кадровых решений для реального сектора.

Более того, аналитика образовательных данных помогает оценивать и постоянно совершенствовать учебные программы, делая их максимально релевантными запросам промышленных партнеров и приоритетам технологического развития страны.

В монографии представлен анализ факторов академической успеваемости студентов на основе данных одного из ведущих инженерных университетов России – Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ» (НИЯУ МИФИ). В работе представлены результаты исследования, цель которого – выявление и оценка влияния ключевых довузовских факторов на метрики академической успеваемости студентов технического вуза на основе комплексного статистического анализа образовательных данных. Актуальность работы обусловлена необходимостью эмпирической проверки устоявшихся представлений о влиянии таких довузовских достижений, как победы в олимпиадах и инженерных конкурсах, а также выявления новых, скрытых закономерностей во взаимосвязи характеристик абитуриентов и их последующих академических траекторий.

В ходе исследования решались следующие задачи.

1. Систематизировать теоретические основы аналитики образовательных данных, понятийный аппарат и принципы классификации факторов и метрик академической успеваемости.
2. Провести анализ динамики факторов и метрик успеваемости студентов НИЯУ МИФИ.
3. Исследовать влияние внешних факторов, а также факторов успешности обучения на предыдущем этапе (результаты ЕГЭ, олимпиад) на успеваемость по учебным дисциплинам и внеучебные достижения студентов.

4. Оценить влияние олимпиадного фактора на академическую успеваемость студентов.
5. Оценить влияние инженерного фактора (довузовские достижения в конкурсах) на академическую успеваемость студентов.
6. Исследовать совместное влияние олимпиадного и инженерного факторов на метрики успеваемости.

Эмпирическую базу исследования составили обезличенные данные 7034 студентов очной формы обучения, поступивших в НИЯУ МИФИ в период с 2017 по 2023 год. Данные интегрированы из информационных систем университета, приемной комиссии и студенческого офиса.

Глава 1. Введение в аналитику образовательных данных в контексте академической успеваемости студентов

1.1. Понятие академической успеваемости студента

Академическая успеваемость является одним из ключевых понятий в области образования. В современных условиях цифровизации образовательной среды и индивидуализации образовательных траекторий это понятие становится сложной и многомерной характеристикой, выходящей за рамки простых оценок студентов, получаемых по результатам изучения учебных дисциплин.

В педагогике академическая успеваемость определяется как степень овладения обучающимся (студентом) совокупностью знаний, умений и навыков, предусмотренных учебной программой образовательной организации (вуза). Критерием успеваемости являются оценки, получаемые студентом в результате выполнения различных видов учебной деятельности – контрольных, лабораторных и курсовых работ, зачетов, экзаменов и пр.

В психологии академическая успеваемость рассматривается в более широком контексте когнитивных, мотивационных и личностных характеристик обучающегося. Это не просто уровень знаний студента, измеряемый суммой оценок за предметы, а психологически обусловленный результат учебной деятельности, отражающий его способности, мотивацию, эмоциональное состояние, волевые качества и личностные установки. Академическая успеваемость определяется способностью студента достигать высоких результатов при наличии внутренних и внешних препятствий, приспособленностью студента к требованиям и условиям образовательной среды вуза, т.е. возможностями академической адаптации.

В научных статьях, посвященных эмпирическим исследованиям, академическая успеваемость чаще всего определяется количественно, через конкретные метрики, например, средний балл за период обучения, процент успешно пройденных дисциплин, уровень академической задолженности, темп прохождения учебной траектории и т.п. Здесь академическая успеваемость выступает как зависящая величина, на которую влияет множество факторов [3; 4; 10; 12; 13; 17; 21; 22; 29; 37]. Такой взгляд на академическую успеваемость

мость позволяет использовать методы математической статистики и машинного обучения для построения математических моделей успеваемости и определения степени влияния на нее различных факторов. В то же время рассмотрение академической успеваемости только с точки зрения оценок за учебные дисциплины рискует упустить из виду аспекты образования, связанные с формированием компетенций, развитием мышления, социализацией и личностным ростом студента [8].

Современное вузовское образование рассматривается не просто как передача знаний от преподавателя студенту, а как непрерывный процесс развития личности студента, формирование навыков, компетенций, критического мышления и умения учиться. Такое понимание сути обучения не с точки зрения результата, а как процесса, требует включения в понятие академической успеваемости аспектов, связанных не только с количественной оценкой результатов обучения. Рассмотрение академической успеваемости с двух сторон – как результата и как процесса – особенно важно в современном техническом образовании, где обучение состоит не только в запоминании информации, но и в овладении навыками анализа, поиска решений, проектирования моделей, разработки инженерных прототипов, а также в умении самостоятельно изучать и понимать научную и техническую литературу и развивать критическое мышление [6; 7; 9; 11].

Академическая успеваемость студента включает в себя следующие компоненты.

1. Результативный компонент.

Баллы, оценки за контрольные работы, зачеты, экзамены.

2. Когнитивный компонент.

Уровень когнитивных способностей (мышление, память, внимание), способность к аналитической и критической обработке информации.

3. Мотивационный компонент.

Уровень учебно-познавательной мотивации (интереса к учебе, стремления к знаниям).

4. Поведенческий компонент.

Регулярность и активность участия в занятиях, выполнение заданий и соблюдение сроков, участие в учебных проектах и групповой работе.

5. Эмоционально-волевой компонент.

Уровень настойчивости, целеустремленности, умение преодолевать трудности.

6. Социальный компонент.

Участие в академическом и студенческом сообществе, взаимодействие с преподавателями и сокурсниками.

Часть из этих компонентов может быть измерена количественно. Например, результативный компонент легко формализуется через использование баллов или процентов при оценивании работ студентов. Поведенческий компонент фиксируется по объективным данным посещаемости и активности. Когнитивный компонент может быть измерен с помощью тестов когнитивных способностей или анкетирования. Мотивационный, эмоционально-волевой и социальный компоненты менее формализуемы, являются субъективными, зависят от контекста и труднее поддаются прямой количественной оценке [16].

При оценивании академической успеваемости студента все эти компоненты должны рассматриваться в комплексе. Например, студент с высокими оценками (результативный компонент) может демонстрировать признаки учебной тревожности и эмоционального выгорания (эмоционально-волевой компонент). В этом случае академическая успеваемость студента требует внимания из-за высокой возможности резкого спада его оценок по учебным дисциплинам. Кроме того, количественный компонент в отрыве от остальных не всегда отражает уровень академической успеваемости. Например, высокая оценка может быть результатом внешней адаптации, стратегического поведения (выбор «легких» курсов), уровня предыдущей подготовки, но не всегда глубины понимания материала или сформированности профессиональных компетенций.

Академическая успеваемость – это многогранное понятие, имеющее как качественные характеристики (интерес к учебе, вовлеченность в образовательный процесс, участие в научной деятельности), так и количественные проявления в ходе учебного процесса (оценки за учебные дисциплины, научные и профессиональные достижения). Это не просто набор оценок, а интегральный показатель обучающегося, включающий как объективные, так и субъективные компоненты.

1.2. Метрики академической успеваемости

Понятие академической успеваемости приобретает аналитическую значимость только при условии его операционализации, т.е. перевода в систему формальных количественных и/или категориальных показателей, позволяющих проводить сопоставление, измерение и моделирование.

Операционализация академической успеваемости – это ключевой этап между концепцией и практикой, обеспечивающий переход от понятия академической успеваемости к конкретным измеряемым показателям, называемым *метриками академической успеваемости*. Эти показатели используются в *образовательной аналитике (learning analytics, educational analytics)* – междисциплинарном направлении, изучающем методы сбора, обработки, анализа и интерпретации данных об обучении и образовательной среде с целью улучшения качества образования, повышения академической успеваемости, адаптации учебных программ и поддержки обучающихся [27; 28; 31; 34].

Широкая операционализация (включающая когнитивные, поведенческие, эмоциональные показатели) делает образовательную аналитику более точной и персонализированной. В табл. 1.1 приведены метрики и методы измерения компонентов академической успеваемости.

Таблица 1.1. Метрики и методы измерения компонентов академической успеваемости

Компонент академической успеваемости	Метрики	Методы измерения
Результативный	<ul style="list-style-type: none">• итоговые оценки по дисциплинам;• средний балл за семестр, год, курс;• количество пересдач или академических задолженностей	Анализ ведомостей и цифровых журналов вуза

Компонент академической успеваемости	Метрики	Методы измерения
Когнитивный	<ul style="list-style-type: none"> • результаты специализированных тестов; • уровень усвоения теоретических и практических знаний по критериям преподавателя 	Стандартизированные тесты, предметные задания, педагогическая диагностика, наблюдение, самоотчеты, опросники
Мотивационный	<ul style="list-style-type: none"> • уровень общей учебной мотивации; • индекс академической мотивации 	Опросники мотивации, интервью и самоотчеты
Поведенческий	<ul style="list-style-type: none"> • посещаемость занятий; • своевременность сдачи заданий; • количество нарушений учебного режима 	Журналы посещаемости, цифровые следы в LMS, трекинг активности, чек-листы преподавателей
Эмоционально-волевой	<ul style="list-style-type: none"> • уровень тревожности (общей и академической); • самооценка академической самоэффективности; • стабильность эмоционального фона 	Психологические тесты, интервью и наблюдение
Социальный	<ul style="list-style-type: none"> • участие в учебных группах, проектах, обсуждениях; • степень взаимодействия с преподавателями; • число и качество социальных связей в учебной среде 	Социометрия, анкетирование, опросы вовлеченности, интервью, наблюдение

В образовательной аналитике эти метрики используются для прогнозирования риска отчисления, выявления студентов, нуждающихся в поддержке, оценки эффективности преподавания, адаптации учебных программ и построения персонализированных образовательных траекторий. Например, если у студента снижается активность в системе управления обучением (*learning management system, LMS*) и увеличивается уровень академической тревожности,

то это может быть сигналом для академического вмешательства. Или анализируя, как студент взаимодействует с LMS-платформой, периоды, когда он наиболее активен, какие темы вызывают трудности, образовательная аналитика может предложить рекомендации по выбору темпа, формата и содержания обучения.

Ниже приведены задачи образовательной аналитики, решаемые на основе метрик академической успеваемости студентов вуза.

1. *Мониторинг учебной активности и вовлеченности студентов в изучение дисциплины:*

– выявление паттернов академической активности, в том числе при работе с LMS-системой;

– выявление студентов с низким уровнем вовлеченности или нарушением учебного ритма.

2. *Прогнозирование академических результатов студентов:*

– построение моделей прогнозирования успеваемости;

– идентификация студентов, находящихся в группе риска.

3. *Анализ эффективности цифровых образовательных ресурсов:*

– оценивание, какие учебные материалы по курсу используются чаще и способствуют лучшему пониманию;

– рекомендации преподавателю по корректировке курса или педагогической стратегии.

4. *Персонализация обучения:*

– формирование индивидуальных образовательных траекторий студентов;

– рекомендации преподавателю по дополнительным материалам, форматам, темпам обучения.

Метрики академической успеваемости также используются в *академической аналитике (academic analytics)* – междисциплинарном направлении исследований, связанном с применением аналитических методов к данным об образовательных учреждениях, преподавании и обучении с целью повышения эффективности управления, стратегического планирования и качества образования. В отличие от образовательной аналитики, которая фокусируется на успеваемости отдельных студентов или по отдельным учебным дисциплинам, академическая аналитика работает на более высоком уровне – уровне факультета, вуза, системы образования в целом или государства.

Ниже приведены задачи академической аналитики, решаемые на основе метрик академической успеваемости студентов вуза.

1. *Мониторинг и оценка эффективности образовательного процесса вуза:*

- отслеживание динамики успеваемости по дисциплинам, кафедрам, факультетам;
- сравнение качества обучения у разных преподавателей;
- анализ влияния на академическую успеваемость изменений в учебных планах или цифровых платформах.

2. *Прогнозирование академических рисков и предотвращение отчислений:*

- построение моделей прогнозирования вероятности академического выбывания;
- идентификация студентов, находящихся в группе риска.

3. *Оценка эффективности преподавания и кадровые решения:*

- сопоставление успеваемости и вовлеченности студентов в курсах разных преподавателей;
- выявление потребности в повышении квалификации преподавателей.

4. *Поддержка стратегического планирования и принятия решений:*

- определение эффективности образовательных программ;
- распределение ресурсов, грантов, стипендий.

В основе образовательной и академической аналитики лежит анализ образовательных данных, полученных из различных источников, включая данные о факторах, влияющих на академическую успеваемость, и результатах ее измерения – метриках академической успеваемости (рис. 1.1).

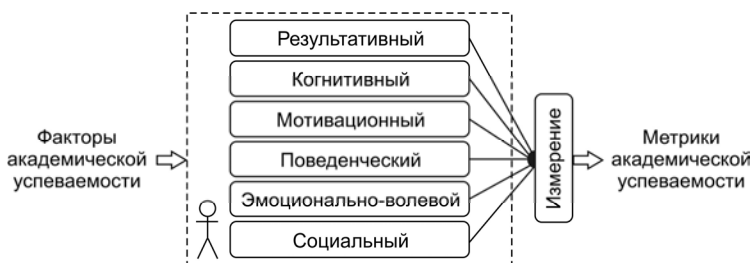


Рис. 1.1. Метрики академической успеваемости

1.3. Аналитика образовательных данных

Аналитика образовательных данных (educational data analytics, EDA) предполагает систематический анализ информации, получаемой в образовательной среде, как для объяснения причин академической успеваемости, так и предсказания рисков, принятия обоснованных решений, повышения эффективности обучения и управления образовательными процессами [1; 2; 5; 15; 18; 19; 23; 24]. Аналитика превращает образовательные данные в знания, а знания – в действия (персонализированные или управленческие решения).

Аналитика образовательных данных – более общее понятие, которое включает в себя образовательную аналитику и академическую аналитику. Оба вида аналитики основаны на образовательных данных, однако различаются по целям и сферам использования результатов.

Аналитика образовательных данных включает следующие процессы (рис. 1.2):

- 1) сбор образовательных данных (структурированных и неструктурированных);
- 2) предобработка и интеграция данных из различных источников (информационных систем, LMS, анкет и пр.);
- 3) анализ данных (с применением методов математической статистики, машинного обучения, искусственного интеллекта);
- 4) визуализация результатов, формирование отчета, формулирование выводов и рекомендаций по результатам анализа.



Рис. 1.2. Этапы аналитики образовательных данных

В зависимости от целей и решаемых задач, в аналитике образовательных данных можно выделить четыре направления.

1. *Описательная аналитика (descriptive analytics)* – вид аналитики, которая рассматривает исторические данные, чтобы дать представление о том, что произошло.

2. *Диагностическая аналитика (diagnostic analytics)* – вид аналитики, которая рассматривает исторические данные, чтобы дать объяснение причин тому, что произошло.

3. *Предиктивная аналитика (predictive analytics)* – вид аналитики, которая рассматривает исторические данные, чтобы дать прогноз, что произойдет в будущем.

4. *Предписывающая аналитика (prescriptive analytics)* – вид аналитики, которая рассматривает исторические данные, чтобы дать рекомендации, что нужно сделать, чтобы достичь определенного результата в будущем.

В табл. 1.2 приведены примеры вопросов, рассматриваемых в образовательной и академической аналитике, в разрезе направлений анализа образовательных данных.

Каждый уровень образовательной аналитики играет свою роль в поддержке академической успеваемости студентов. Так, описательная и диагностическая аналитика позволяют понять текущую ситуацию с успеваемостью и ее причины, предиктивная – предвидеть возможные риски, а предписывающая – проактивно управлять образовательным процессом, в том числе учебными программами и индивидуальными образовательными траекториями студентов, а также принимать управленческие решения на уровне вуза.

Таблица 1.2. Примеры вопросов образовательной и академической аналитики вуза

	Образовательная аналитика	Академическая аналитика
Описательная аналитика	<ul style="list-style-type: none"> • Какова активность студента при изучении курса: сколько заданий выполнено, сколько раз студент входил в LMS и сколько проводил там времени? • Каковы распределения студентов по оценкам за курс и срокам сдачи заданий? • Какова динамика успеваемости студента по естественно-научным дисциплинам? 	<ul style="list-style-type: none"> • Каковы показатели успеваемости по курсам, группам, кафедрам, факультетам? • Какова динамика отчислений студентов, обучающихся по различным направлениям подготовки? • Каковы рейтинги преподавателей по различным курсам?

	Образовательная аналитика	Академическая аналитика
Диагностическая аналитика	<ul style="list-style-type: none"> • Каковы причины снижения вовлеченности, мотивации, активности студента в изучение курса? • Есть ли связь между посещаемостью и успеваемостью студента по учебной дисциплине? • Почему одни учебные материалы по курсу используются студентами чаще, а другие – реже? 	<ul style="list-style-type: none"> • Почему на некоторых программах выше уровень отчислений или ниже успеваемость? • Как школьные достижения влияют на успеваемость студентов на различных курсах? • Почему студенты одних направлений подготовки демонстрируют более высокую успеваемость, чем студенты других направлений?
Предиктивная аналитика	<ul style="list-style-type: none"> • С какой вероятностью студент, изучающий учебную дисциплину, сдаст экзамен? • Каковы будут оценки студента в следующем семестре и необходимо ли академическое вмешательство? • Есть ли риск выгорания у студента? 	<ul style="list-style-type: none"> • Насколько востребованной будет учебная программа через несколько лет? • Каким будет конкурс на новое учебное направление? • Какими будут метрики академической успеваемости студентов кафедры, факультета или учебной программы в следующем году?
Предписывающая аналитика	<ul style="list-style-type: none"> • Какие рекомендации и советы дать студенту для повышения успеваемости в текущем или следующем семестре и предотвращения возможного выгорания? • Какие рекомендации дать преподавателю для устранения ожидаемого спада вовлеченности студентов при изучении его дисциплины в следующем году? 	<ul style="list-style-type: none"> • Какие действия должен предпринять вуз для снижения ожидаемого высокого процента отчислений студентов на первом курсе? • Какое финансирование необходимо выделить для обеспечения высокого конкурса абитуриентов на новую программу подготовки? • Какие управленческие решения нужно предпринять в случае прогнозируемого снижения привлекательности образовательной программы?

В табл. 1.3 приведены методы, подходы и формы представления результатов, используемые на каждом уровне образовательной и академической аналитики.

Таблица 1.3. Методы, подходы и формы представления результатов аналитики образовательных данных

Вид аналитики	Методы и подходы	Формы представления результатов
Описательная	Описательная статистика, анализ данных	Отчеты по группам, дисциплинам, гистограммы, диаграммы, дашборды
Диагностическая	Регрессионный анализ, дисперсионный анализ (ANOVA), кластерный анализ	Диаграммы рассеяния, результаты проверки гипотез, корреляционные таблицы
Предиктивная	Математическая статистика, машинное обучение, нейронные сети, интеллектуальный анализ данных	Результаты работы прогнозных моделей, описание трендов
Предписывающая	Моделирование, оптимизация, рекомендательные системы, искусственный интеллект	Рекомендации в принятии решений и ожидаемые результаты

Современные вузы действуют в условиях растущей сложности образовательной среды, разнообразия контингента обучающихся, непрерывной цифровизации процессов и ужесточения требований к повышению качества образования. Управление вузом традиционно базировалось на отчетности, интуиции опытных администраторов и исторических практиках. Однако в условиях цифровизации и роста конкуренции все больше возрастает значимость подхода к принятию решений, основанных на результатах образовательной и академической аналитики [1; 15; 19; 32; 33]. Образовательные данные становятся не просто источником информации для отчетности о результатах деятельности вуза, а основой управленческой политики вуза (рис. 1.3).

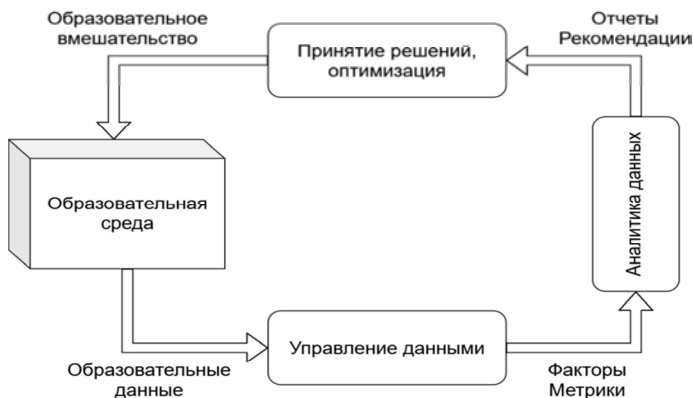


Рис. 1.3. Схема управления вузом, основанная на результатах академической аналитики

Использование образовательных данных для принятия управленческих решений требует наличия специалистов по образовательной аналитике, единых стандартов сбора, хранения и обработки образовательных данных, а также формирования культуры принятия доказательных управленческих решений на основе объективной информации [14; 19; 20; 25; 26; 27; 30; 31; 34; 35; 36].

1.4. Факторы академической успеваемости

Для применения методов образовательной и академической аналитики необходимы образовательные данные. Эти данные собираются вузом из разных источников: информационных систем, платформ дистанционного обучения, опросов, преподавательской отчетности и др. (табл. 1.4).

При анализе образовательных данных необходимо учитывать их специфику, связанную с сильной неоднородностью: данные поступают из разных систем и баз данных, зачастую не связанных даже в пределах одного вуза, имеют разные форматы, способы представления и идентификаторы студентов. Кроме того, образовательные данные включают как количественные характеристики (например, баллы по предметам), так и качественные признаки (например, регион и тип школы, наличие или отсутствие школьной медали с отличием или довузовских достижений). Данные могут быть неполными или фрагментированными (например, не все студенты запол-

няют анкеты или психологическое тестирование проводится не во всех группах). Некоторые характеристики трудно поддаются точному измерению (например, вовлеченность студента). Все эти особенности требуют высокой квалификации специалистов, занимающихся анализом образовательных данных, и глубокой педагогической экспертизы.

Таблица 1.4. Источники образовательных данных

Источник данных	Вид данных
Системы управления обучением (LMS)	Данные об активности студентов, выполнении заданий, просмотре учебных материалов и т.п.
Информационная система вуза	Результаты зачетов и экзаменов, статистика по отчислениям
Анкетирование и опросники	Результаты психологических опросников, отзывы студентов о преподавателях
Кадровые и учебные отделы	Сведения о преподавателях, учебной нагрузке, составе учебных групп, социальной активности студента
Приемная комиссия	Результаты ЕГЭ, конкурсный балл, довузовские достижения абитуриента
Центр карьеры и сопровождения	Данные о трудоустройстве выпускников, участии в проектах, академической мобильности

Одной из ключевых задач образовательной аналитики является выявление факторов, влияющих на академическую успеваемость. Изучению этих факторов посвящены многочисленные исследования, в каждом из которых отмечается, что академическая успеваемость – это сложное явление, определяемое множеством взаимосвязанных переменных (индивидуальными характеристиками студента, социально-демографическими факторами, условиями образовательной среды и др.) [21–26; 30].

Факторы академической успеваемости можно разделить на две группы: внутренние и внешние. *Внутренние факторы* – это индивидуальные, присущие самому обучающемуся признаки, определяющие его способность воспринимать и перерабатывать информацию, справляться с учебной нагрузкой, сохранять мотивацию и

интерес к предмету. *Внешние факторы* представляют собой условия, в которых студент обучался до поступления в вуз или продолжает обучение в вузе. Они включают как фоновые переменные (например, социально-демографические и материально-бытовые условия), так и свойства образовательной среды (качество учебного процесса в школе или вузе, обеспеченность учебными материалами и пр.).

Среди факторов академической успеваемости студента в вузе особо можно выделить *факторы довузовской академической успеваемости*, характеризующие результаты учебной деятельности обучающегося до поступления в вуз (баллы ЕГЭ, школьные академические достижения, наличие медали, участие в олимпиадах и инженерных конкурсах и пр.). Эти факторы занимают промежуточное положение между внешними и внутренними факторами, поскольку они связаны как с предшествующим образовательным опытом, так и с индивидуальными особенностями студента.

Академическая успеваемость является результатом взаимодействия внутренних и внешних факторов, причем это взаимодействие нелинейно. Например, даже при высоких когнитивных способностях студент может демонстрировать низкие результаты при отсутствии мотивации и интереса к предмету. Или наоборот, при слабой школьной подготовке, но высокой самоорганизованности и активности, студент может быстро адаптироваться и добиваться академического успеха.

Многие факторы могут влиять на академическую успеваемость совместно, усиливая друг друга: не один конкретный фактор, а их совокупность определяет успешность. Например, студент, одновременно имеющий олимпиадный опыт, сильную мотивацию и проживающий в общежитии с комфортными условиями, будет иметь более высокую успеваемость, чем его сверстники, обладающие этими признаками по-отдельности. Факторы академической успеваемости студента представлены на рис. 1.4.

С точки зрения предписывающей аналитики, факторы академической успеваемости можно разделить на поддающиеся управлению и не поддающиеся управлению. Факторы, поддающиеся управлению, восприимчивы к педагогическому, психологическому, организационному или административному воздействию в разумный срок и в рамках образовательного процесса.

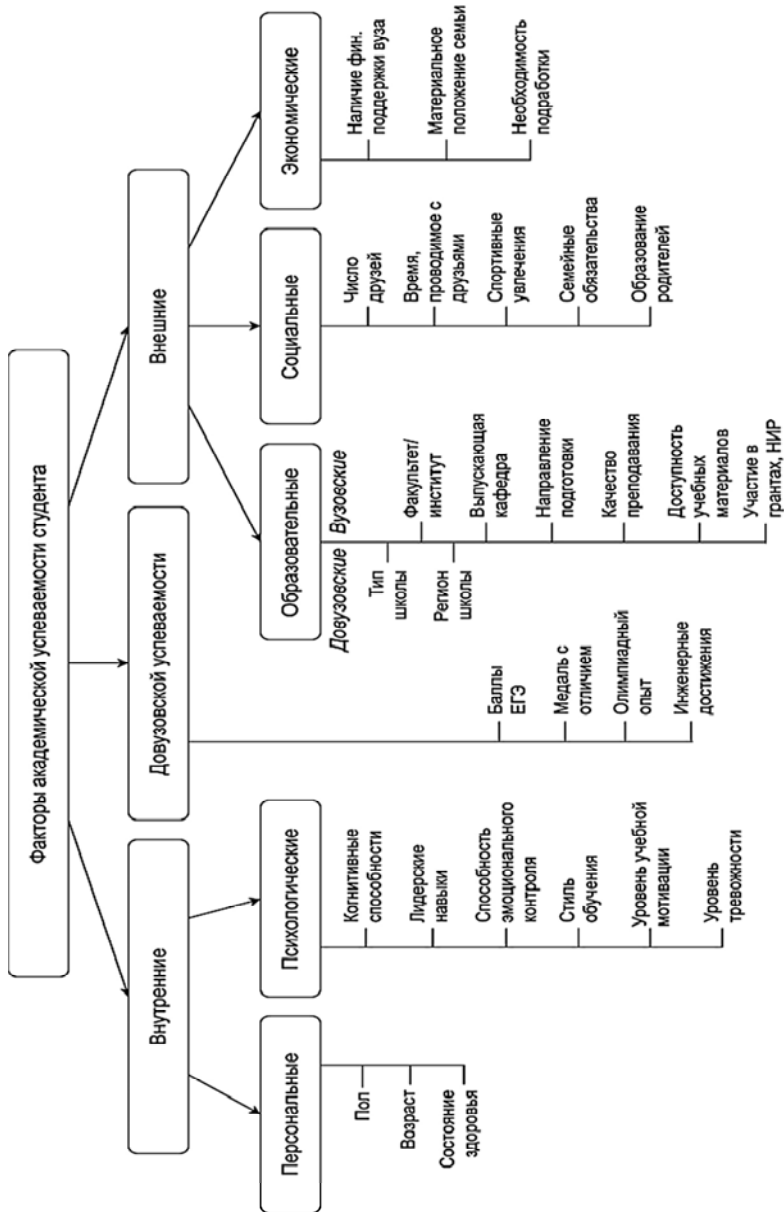


Рис. 1.4. Факторы академической успеваемости студента

Иногда отдельно выделяют факторы, частично поддающиеся управлению, – это факторы, на которые можно повлиять в определенных пределах, но они сохраняют часть своей устойчивости или зависимости от внешних условий. К таким факторам относятся, например, финансовое положение или условия проживания студента, уровень учебной мотивации и образ жизни. Понятие управляемости может быть применено как к внутренним, так и к внешним факторам [21–24].

Наибольший интерес для предписывающей аналитики имеют факторы, поддающиеся управлению. Именно эти факторы являются объектом академического вмешательства, в их отношении принимаются управляющие решения. Внутренние управляемые факторы – это главная зона педагогического воздействия на студента. К их числу относятся уровень учебной мотивации и вовлеченности, уровень удовлетворенности учебным процессом или преподавателем и др.

Внешние управляемые факторы – это условия и обстоятельства, которые окружают студента в образовательной и социальной среде, на которые руководители вуза или преподаватели могут влиять для улучшения академической успеваемости. К таким факторам относятся формат занятий, учебная нагрузка, квалификация преподавателя, сроки и формы контроля знаний, финансовая поддержка и др.

1.5. Особенности анализа академической успеваемости студентов технических вузов

Образовательный процесс в технических вузах имеет ряд особенностей, которые необходимо учитывать при анализе академических данных.

1. Преобладание точных и естественно-научных дисциплин.

В технических вузах учебные планы насыщены курсами по математике, физике, программированию, инженерной графике и др. Результаты анализа академической успеваемости по этим дисциплинам требуют особого внимания.

2. Высокая сложность обучения на младших курсах.

Базовые математические дисциплины, как правило, преподаются на младших курсах. Для их успешного освоения требуются логико-аналитическое мышление и высокая алгоритмическая грамотность, которыми обладают не все студенты в начале периода обу-

чения. Как следствие, в технических вузах наблюдается высокий процент отчислений именно на младших курсах. Аналитика успеваемости студентов младших курсов и обоснованные персонализированные решения могут помочь в академической адаптации студентов и повысить академическую успеваемость.

3. Практико-ориентированность обучения и проектная деятельность.

Многие дисциплины в технических вузах предполагают выполнение проектов и курсовых работ. Успеваемость по этим дисциплинам во многом зависит от навыков работы в команде и инженерного мышления, что трудно измерить традиционными формами контроля. Аналитика таких курсов требует особых подходов, отличных от применяемых для других дисциплин.

Специфика образовательного процесса в технических вузах также отражается на факторах, используемых в образовательной и академической аналитике. Можно выделить следующие особенности факторов академической успеваемости студентов технических вузов.

1. Высокая роль когнитивных факторов.

В отличие от гуманитарных направлений, где важна интерпретация и критическое мышление, в технических вузах успеваемость студента в большей степени связана с развитостью логического мышления, способностью к абстракции, навыками алгоритмизации и формального вывода.

2. Высокая роль школьной подготовки.

Недостаточная математическая подготовка в школе существенным образом влияет на успеваемость студента, в особенности на младших курсах. Как следствие, особую роль играют внешние факторы, связанные со школьной и допрофильной подготовкой студента.

3. Высокая роль метапредметных¹ и мягких факторов.

Академическая успеваемость студентов по дисциплинам, предполагающим выполнение проектов и курсовых работ, связана не

¹ Метапредметные факторы – это универсальные (надпредметные) качества, умения и компетенции, которые не относятся напрямую к какому-либо одному предмету (например, умение учиться, умение генерировать идеи, умение планировать время и т.п.).

только с уровнем базовой и профильной подготовки по программированию и инженерии, но и с такими факторами, как навыки командной работы, коммуникационными способностями, креативностью и пр.

Особенности образовательного процесса также должны учитываться в метриках академической успеваемости.

На младших курсах, как правило, преобладают сложные, естественно-научные дисциплины, в то время как на старших курсах – практико-ориентированные или проектно-ориентированные дисциплины. Это означает, что для оценивания академической успеваемости на младших курсах большую роль играют одни метрики, а на старших курсах – другие. Кроме того, дисциплины могут существенно различаться по сложности и трудоемкости, и хорошая оценка, полученная в «легком» курсе, не тождественна хорошей оценке за «сложный» курс.

1.6. Роль участия в олимпиадах в аналитике образовательных данных

Среди факторов академической успеваемости студентов особого внимания заслуживает фактор довузовского участия в олимпиадах. Этот фактор характеризует не только уровень когнитивной подготовки абитуриента, поступающего в вуз, а также его индивидуальные особенности, связанные с мотивацией и стремлением к саморазвитию.

Факт участия в предметных олимпиадах (по математике, физике, информатике, химии и другим дисциплинам технического профиля) может рассматриваться как индикатор активности и мотивированности абитуриента, а победа или призовое место – как индикатор углубленной подготовки абитуриента в соответствующей области, сформированности абстрактного и логического мышления, способности к решению нестандартных задач.

В простейшем случае фактор участия в олимпиадах может рассматриваться как бинарная переменная (0 – успешный олимпиадный опыт отсутствует, 1 – имеется диплом призера или победителя). При более сложном анализе успешное участие в олимпиадах может быть представлено в виде градаций:

– профиль олимпиады (математическая, физическая, программистская и др.);

– уровень олимпиады (I, II, III);

– степень диплома победителя (1, 2, 3, призер).

Далее под олимпиадным фактором будем понимать именно фактор успешного участия. Примеры вопросов на разных уровнях аналитики образовательных данных, связанных с этим фактором, приведены в табл. 1.5.

При анализе образовательных данных и построении моделей необходимо учитывать, что фактор участия в олимпиадах может быть связан с другими внешними и внутренними факторами (например, типом школы или мотивацией). Такая взаимосвязь может приводить к «ложным» корреляциям. Например, значимое превышение метрик академической успеваемости олимпиадников (призеров или победителей) над неолимпиадниками может быть связано не с участием в олимпиадах, а с высокой школьной подготовкой, при том, что школьники с высокой подготовкой более склонны участвовать и побеждать в олимпиадах. Или обучающиеся с высокой мотивацией и сами ищут олимпиады, и прикладывают больше усилий к учебе в вузе. С другой стороны, статистическая связь между академической успеваемостью олимпиадников и не-олимпиадников может быть не выявлена в результате анализа данных, но, тем не менее, связь может присутствовать. Например, различие в успеваемости олимпиадников и неолимпиадников среди студентов первого курса факультета может оказаться незначимым, при этом различие среди студентов, обучающихся по направлению подготовки «Прикладная математика», или среди студентов, имеющих довузовские инженерные достижения, может быть значимым. В этом случае фактор участия в олимпиадах проявляется только в сочетании с другой переменной (направление подготовки или наличие инженерных достижений) как результат их *взаимодействия (interaction effect)*.

Факт успешного участия в олимпиадах может существенно изменять интерпретацию результатов анализа образовательных данных. Например, наличие высоких олимпиадных достижений при низких показателях успеваемости может сигнализировать о проблемах адаптации, демотивации, выгорании или несоответствии формата вузовского обучения предпочтениям и способностям сту-

дента. С другой стороны, отсутствие олимпиадных достижений при устойчивой положительной динамике академической успеваемости может свидетельствовать об эффекте образовательного роста, саморазвитии и продуктивной учебной стратегии.

Таблица 1.5. Примеры вопросов аналитики образовательных данных, связанных с фактором участия в олимпиадах

	Примеры вопросов
Описательная аналитика	<ul style="list-style-type: none"> • Каковы доли студентов, участвовавших в олимпиадах (в разрезе предметов и уровней)? • Каковы метрики академической успеваемости студентов, участвовавших в довузовских олимпиадах («олимпиадников») и не участвовавших («неолимпиадников»)? • Какие элективные курсы чаще выбирают олимпиадники и неолимпиадники? • Какова корреляция между фактором участия в олимпиадах и посещаемостью, активностью в проектной или исследовательской деятельностью? • Как распределены олимпиадники и неолимпиадники по направлениям подготовки, кафедрам, факультатам? • Какова динамика доли олимпиадников в различных разрезах по годам набора? • Какие дополнительные студенческие активности выбирают студенты-олимпиадники и неолимпиадники?
Диагностическая аналитика	<ul style="list-style-type: none"> • Может ли участие в олимпиадах по математике (физике, информатике) рассматриваться как объясняющий фактор высокой успеваемости студента по соответствующим дисциплинам на младших курсах? • В какой степени фактор участия в олимпиадах объясняет динамику успеваемости студента в процессе обучения в вузе? • Можно ли считать, что среди студентов с одинаковыми начальными характеристиками отчисляются чаще те, кто не имел опыта участия в олимпиадах? • Почему часть олимпиадников теряет мотивацию на старших курсах? • Можно ли считать, что превышение среднего балла студентов одного направления подготовки над студентами другого направления связано с большей долей олимпиадников?

	Примеры вопросов
Предиктивная аналитика	<ul style="list-style-type: none"> • Как фактор участия в олимпиадах влияет на риск отчисления студента, имеющего низкие баллы по естественно-научным дисциплинам на младших курсах? • Как фактор участия в олимпиадах влияет на вероятность трудоустройства студента на старших курсах или прохождения стажировки в ИТ-компаниях? • Учитывая предполагаемое увеличение доли олимпиадников, поступающих на кафедру, факультет или учебной программу в следующем году, какими будут метрики академической успеваемости студентов на первом курсе? • Можно ли считать, что новое учебное направление будет востребовано у олимпиадников?
Предписывающая аналитика	<ul style="list-style-type: none"> • Какие рекомендации дать студенту-олимпиаднику для предотвращения возможного выгорания? • Какие дополнительные учебные курсы рекомендуется пройти студенту-олимпиаднику? • Как следует скорректировать образовательную траекторию студента-олимпиадника, имеющего низкую успеваемость на младших курсах? • Следует ли рекомендовать расширить квоты на физическую специальность для студентов-олимпиадников по физике? • Как распределить олимпиадников по учебным группам для повышения академической успеваемости? • Приведет ли добавление олимпиадника в команду участников хакатона к улучшению результата?

1.7. Роль участия в инженерных конкурсах в аналитике образовательных данных технического вуза

Еще один фактор академической успеваемости, играющий особую роль в аналитике образовательных данных технического вуза, – это участие обучающегося в инженерных конкурсах до поступления в вуз. Этот вид предвузовской активности отражает не только уровень предметной подготовки, но и такие важные характеристики будущего студента, как способность к решению практических задач, ранняя ориентация на инженерную профессию и вы-

сокая внутренняя мотивация к практико-ориентированному обучению.

Инженерные конкурсы, в отличие от предметных олимпиад, направлены преимущественно на выполнение комплексных заданий, включающих элементы проектирования, моделирования, программирования, технического творчества и публичной защиты результатов. Достижение успешного результата в таких конкурсах требует от участника навыков командного взаимодействия, междисциплинарного подхода, цифровой и инженерной грамотности. Успешное участие в таких конкурсах может рассматриваться не только как индикатор высокой инженерной подготовки, но и как индикатор прикладной ориентированности обучающегося. При обучении в техническом вузе этот фактор может проявляться в успешной реализации учебных и внеучебных проектов, активности в студенческих инженерных объединениях и раннем вовлечении в научно-исследовательскую или стартап-деятельность.

Факт участия в инженерных конкурсах означает высокий интерес к инженерной или проектной деятельности, амбициозность, инициативность, направленность на получение и представление результата. Школьники, участвовавшие в инженерных конкурсах, как правило, демонстрируют следующие особенности после поступления в вуз:

- активная вовлеченность в проектную и практико-ориентированную деятельность;
- высокие результаты контроля знаний в форме защиты проектов, выполнения инженерных заданий, командной работы;
- быстрая адаптация к требованиям дисциплин инженерного профиля, например, связанных с конструированием, моделированием, робототехникой;
- повышенная учебная мотивация при наличии инженерного трека в учебной дисциплине или возможности участия в конкурсах или хакатонах;
- интерес к исследовательской деятельности и стажировкам в ИТ-компаниях на старших курсах.

В простейшем случае фактор участия в инженерных конкурсах может рассматриваться как бинарная переменная (0 – не участвовал либо не имеет достижений в инженерных конкурсах, 1 – имеет успешное участие в инженерных конкурсах). При более слож-

ном анализе участие в инженерных конкурсах представляется в виде градаций:

- профиль конкурса (робототехника, моделирование, инженерный дизайн, программирование и др.);
- уровень конкурса (школьный, региональный, всероссийский, международный) или рейтинг конкурса;
- достигнутые результаты (участие, призовое место, победа);
- тип участия (индивидуальное, командное);

Далее под инженерным фактором будем понимать именно фактор успешного участия в инженерных конкурсах. Фактор участия в инженерных конкурсах так же, как и фактор участия в олимпиадах, может использоваться на разных уровнях аналитики образовательных данных. Особый интерес представляет совместное рассмотрение этих факторов, а также влияние эффекта их взаимодействия на метрики академической успеваемости в вузе.

1.8. Статистические методы аналитики образовательных данных

Аналитика образовательных данных – междисциплинарное направление исследований, лежащих на стыке педагогики, психологии, информатики, статистики и прикладной математики. Ее математическая основа включает широкий спектр методов количественного анализа, направленных на выявление закономерностей, объяснение, прогнозирование и оптимизацию процессов обучения и академической успеваемости [27; 28; 31; 34].

Основным инструментом анализа образовательных данных являются классические статистические модели и подходы, в том числе методы описательной статистики, проверки статистических гипотез, корреляционно-регрессионного, дисперсионного, кластерного и других анализов данных. В последнее время также приобрели популярность методы машинного обучения и искусственного интеллекта [31–33].

1. Описательная статистика.

Первым шагом в анализе данных, в том числе образовательных, является получение представления об их структуре и распределении. Определяются типы рассматриваемых величин (номинальные, ординарные, количественные), области их изменения, наличие выбросных или пропущенных значений, строятся столбиковые или

круговые гистограммы, используются визуализации одномерных и двумерных распределений, выявляются основные тенденции и аномалии.

Прежде чем переходить к статистическому анализу факторов успеваемости, построению регрессионных или других моделей, исследователь должен убедиться, что исходные данные правильно представлены, структурированы и очищены. Именно этот этап формирует основу для всех последующих статистических исследований.

В аналитике образовательных данных описательная статистика позволяет сформировать первичное статистическое представление о студенческой популяции, распределениях характеристик студентов и их академических результатах в различных срезах, корреляциях между факторами и метриками успеваемости. Учитывая разнородность образовательных данных, особое внимание должно быть уделено корректности их интеграции из различных источников и баз данных.

2. Проверка статистических гипотез.

После первичного анализа данных и получения общей картины распределений исследователь переходит к этапу проверки статистических гипотез, который позволяет формально подтвердить или опровергнуть предположения о свойствах наблюдаемых величин.

Исследователь формирует две взаимно исключающие гипотезы: нулевую гипотезу (например, об отсутствии различий в группах или влияния эффекта) и альтернативную гипотезу (о наличии различий или эффекта). Далее с помощью статистического критерия вычисляется статистическая характеристика того, насколько сильно наблюдаемые данные противоречат выдвинутой нулевой гипотезе. На основе этой характеристики (называемой *p-value*) формируется решение о принятии или отклонении гипотезы.

Известно множество статистических критериев, или статистических тестов, используемых для проверки статистических гипотез. Например, критерий Стьюдента (*T*-критерий) применяется для проверки гипотез о различиях в математических ожиданиях наблюдаемых величин, критерии «хи-квадрат» и Манна-Уитни – для проверки гипотез о различиях в распределениях двух величин, двухпропорциональный тест – для проверки гипотезы о равенстве долей объектов, обладающих заданным свойством, в двух группах.

В анализе образовательных данных проверка гипотез позволяет количественно оценить влияние различных факторов на метрики академической успеваемости, проверить статистическую взаимосвязь между самими факторами, а также оценить эффективность образовательных вмешательств.

Методы проверки статистических гипотез опираются на формализованные критерии и обеспечивают математическую строгость выводов, что позволяет избежать субъективных интерпретаций.

3. Корреляционно-регрессионный анализ.

Задача корреляционно-регрессионного анализа состоит в количественной оценке взаимосвязи между признаками и выявлении факторов, оказывающих наибольшее влияние на результат. Наиболее популярным статистическим показателем корреляционной связи является коэффициент корреляции, характеризующий степень линейной корреляционной связи между двумя переменными. На основе значения коэффициента корреляции, совместно с методами проверки статистических гипотез может быть сделан вывод о наличии статистической закономерности, значимых трендов и взаимосвязей. Методы регрессионного анализа позволяют оценить вид зависимости между переменными, построить регрессионную модель, обладающую объяснительными и предсказательными возможностями и сделать математические обоснованные выводы о характере влияния одних числовых переменных на другие.

В анализе образовательных данных корреляционно-регрессионный анализ занимает центральное место, позволяя выявлять значимые факторы академической успеваемости и строить прогнозные модели. Методы корреляционно-регрессионного анализа используются, например, для ответа на вопросы, как баллы ЕГЭ влияют на оценки за учебные дисциплины в вузе; как связана посещаемость с итоговой оценкой за предмет; можно ли утверждать, что с каждым годом успеваемость студентов становится ниже.

4. Однофакторный дисперсионный анализ.

В образовательной аналитике многие факторы являются нечисловыми (например, тип школы, которую закончил абитуриент, наличие школьной медали с отличием или диплома победителя олимпиады). В этом случае корреляционно-регрессионный анализ неприменим, и исследование влияния таких факторов на результат

требует особого подхода. Методы дисперсионного анализа (*analysis of variance, ANOVA*) позволяют сделать обоснованные выводы о статистической связи между качественным (нечисловым) фактором и числовой зависимой переменной.

В основе дисперсионного анализа лежит разложение общей вариативности данных на вариацию, связанную с исследуемым качественным фактором, и вариацию, связанную с остальными, неучтенными факторами. В результате дисперсионного анализа вычисляется значение *p-value*, на основе которого принимается статистическое решение о наличии или отсутствии статистической связи между рассматриваемыми величинами.

В анализе образовательных данных дисперсионный анализ позволяет ответить на вопросы, зависит ли академическая успеваемость студента от типа школы или региона довузовского обучения; можно ли утверждать, что студенты, обучающиеся на разных факультетах (институтах) или на разных образовательных программах, имеют различную успеваемость; влияют ли условия образовательной среды вуза на учебные и внеучебные достижения студентов, а также на многие другие вопросы, связанные с нечисловыми факторами.

Совместное применение методов математической статистики и анализа данных позволяет получить комплексное понимание факторов академической успеваемости, выявить наиболее значимые факторы и статистические закономерности и дать строгое математическое обоснование полученным результатам. Результаты статистического анализа служат базой для принятия управленческих решений как на уровне отдельных студентов, так и на уровне факультета или вуза.

Глава 2. Анализ факторов и метрик академической успеваемости студентов НИЯУ МИФИ

2.1. Факторы и метрики академической успеваемости студентов НИЯУ МИФИ

Для проведения статистического анализа использовались данные студентов Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ» (НИЯУ МИФИ) очной формы обучения. Данные были получены из следующих источников.

1. *Информационная система НИЯУ МИФИ*: профиль студента (направление подготовки, форма обучения, номер группы и др.), данные об успеваемости студентов.

2. *Данные приемной комиссии*: баллы ЕГЭ, сведения об участии в олимпиадах и инженерных конкурсах, тип и регион школы.

3. *Данные студенческого офиса и кафедр*: сведения о достижениях студента за время обучения в вузе, результаты входного контроля.

Рассматриваемые в исследовании факторы академической успеваемости разделены на две группы: довузовские и вузовские.

А. Довузовские факторы.

Это факторы, характеризующие обучающегося и среду, в которой он находился до поступления в вуз. Довузовские факторы, в свою очередь, разделяются на внешние факторы и факторы довузовской академической успешности (см. разд. 1.4).

В настоящем исследовании рассматривались два внешних довузовских фактора:

- 1) регион школы;
- 2) тип школы (общеобразовательная школа, лицей, гимназия и пр.).

И четыре фактора довузовской академической успешности.

1. Наличие школьной медали с отличием (да, нет).
2. Баллы за ЕГЭ (по математике, физике, информатике и другим профильным предметам).

3. Олимпиадные достижения. Данный фактор характеризуется не одной бинарной переменной (да, нет), а разбивается на множество переменных, которые для каждого студента представляются в виде таблицы (пример приведен в табл. 2.1).

Таблица 2.1. Пример таблицы участия в олимпиадах

Профиль олимпиады	Факт участия (да, нет)	Уровень (I, II, III)	Степень диплома (1, 2, 3, призер)
Математический	да	III	3
Физический	да	II	призер
Программистский	нет	–	–
Инженерный	нет	–	–
Другой	нет	–	–
Любой техниче-ский (мат., физ., прогр., инж.)	да	III	3
Любой	да	III	3

Если абитуриент успешно участвовал в нескольких олимпиадах, то значения обобщенных факторов участия (строка Любой) определяются по олимпиаде с наивысшей степенью диплома.

4. Инженерные достижения.

Учитывая, что инженерные конкурсы и достижения имеют различный рейтинг, количественно выражаемый в баллах, данный фактор также характеризуется не одной бинарной переменной (да, нет), а совокупностью факторов. Пример возможных значений факторов инженерных достижений студента приведен в табл. 2.2.

Таблица 2.2. Пример таблицы инженерных достижений

Фактор инженерных достижений	Значение фактора
Факт участия в инженерных конкурсах (да, нет)	да
Количество участия в инженерных конкурсах	2
Суммарный балл за участия в инженерных конкурсах	8

Б. Вузовские факторы.

Это внешние факторы, характеризующие обучающегося и среду, в которой он находился во время обучения в вузе:

- 1) факультет/институт, на котором обучается студент;
- 2) выпускающая кафедра;

3) направление подготовки (программа, по которой обучается студент);

4) другие факторы образовательной среды.

Эти факторы связаны со структурой учебного плана, нагрузкой, преподавательским составом, материально-технической базой, к которой имеет доступ студент, и другими аспектами, которые могут содействовать или препятствовать академической успеваемости студента.

Внутренние факторы (пол, возраст, состояние здоровья студента и др.), психологические факторы (креативность, мотивация, уверенность в себе, способность к эмоциональному контролю и пр.), а также экономические и социально-демографические факторы (финансовое положение, национальность, место проживания и др.) в данном исследовании не рассматривались.

Используемые в исследовании метрики академической успеваемости студентов также можно разделить на две группы: баллы по предметам (учебным дисциплинам) и внеучебные достижения студента за время обучения в вузе.

1. Баллы по предметам.

Каждый студент за время своего обучения в каждом семестре осваивает множество учебных дисциплин, по каждой из которых получает итоговый балл (по 100-балльной системе).

Все дисциплины, преподаваемые в вузе, можно отнести к одному из четырех предметных модулей.

1. Естественно-научный модуль (ЕНМ).

Включает дисциплины, формирующие базу фундаментальных знаний о природе и математике, необходимых для освоения профессиональных дисциплин. Например, математический анализ, линейная алгебра, общая физика, химия, информатика. Дисциплины данного модуля формируют научное мировоззрение и научно-теоретический фундамент знаний студента, развивают навыки абстрактного и аналитического мышления, а также применения научного метода для решения задач.

2. Общепрофессиональный модуль (ОПМ).

Включает дисциплины, которые не относятся напрямую к узкой специализации и направлению подготовки студента, но являются необходимыми для всех специалистов технического профиля. Например, дискретная математика, инженерная графика, основы

электротехники, микроэлектроника, микропроцессорные системы, информационная безопасность. Дисциплины данного модуля формируют широкий технический кругозор и универсальные профессиональные навыки.

3. Профессиональный модуль (ОПМ).

Дисциплины данного модуля непосредственно связаны с будущей специальностью студента и формируют ядро образовательной программы подготовки. Например, гидродинамика, квантовая радиофизика, базы данных, безопасность операционных систем, цифровые динамические системы, компьютерное зрение. Дисциплины данного модуля имеют целью сформировать углубленные прикладные знания и навыки будущего специалиста и подготовить к будущей профессиональной деятельности.

4. Гуманитарный модуль (ГМ).

Дисциплины данного модуля направлены на развитие личности, повышение уровня культуры, критического мышления и понимания общества. Например, история, философия, психология, право, социология.

На основе баллов по предметам, изучавшимся студентом, рассчитываются средние баллы по предметам каждого предметного модуля на каждом семестре и за все время обучения. В исследовании рассматривались только баллы бакалавров и специалистов с 1-го по 8-й семестры (1–4 годы обучения). Эти баллы для каждого студента представляются в виде таблицы (пример в табл. 2.3).

Таблица 2.3. Пример таблицы средних баллов студента по семестрам обучения

Семестр	Средний балл ЕНМ	Средний балл ОПМ	Средний балл ГМ	Средний балл ПМ	Средний балл (все)
1	75,15	79,61	84,76	82,29	78,12
...
8	81,08	81,89	85,63	87,42	83,02
Все	77,93	81,73	85,25	86,50	81,63

Для академической аналитики на уровне факультета (института) или вуза может быть полезным расчет средних баллов по предметным модулям не на основе средних баллов студентов (т.е. в резуль-

тате усреднения табличных данных по всем студентам), а на основе баллов по предметам, входящим в эти модули. В первом случае (при расчете на основе средних баллов студентов) полученный средний балл за предметный модуль не учитывает количество предметов данного модуля, которые сдавал студент. Так, средние баллы за модуль студентов, сдававших разное количество предметов, будут иметь равный вес в среднем балле за модуль. Такое «подушное» усреднение может некорректно отражать успешность изучения предметов модуля в статистике по кафедрам, преподающим дисциплины модуля, а также в статистике по факультету (институту) или вузу.

Формально, если x_{i1}, \dots, x_{in_i} – оценки i -го студента по предметам модуля, n_i – число оценок, $i = 1, \dots, N$, где N – число студентов, то «попредметное» и «подушное» средние вычисляются по формулам:

$$\bar{x}^{(\text{предм})} = \frac{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^{n_i} x_{ij}}{\sum_{i=1}^N n_i}, \quad \bar{x}^{(\text{душ})} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \bar{x}_i = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{\sum_{j=1}^{n_i} x_{ij}}{n_i}.$$

Пример расчетных значений «подушного» и «попредметного» средних баллов по одному предметному модулю (ЕНМ) приведен в табл. 2.4.

Таблица 2.4. Пример расчета «подушного» и «попредметного» средних баллов по предметам ЕНМ

Студент	Средний балл ЕНМ	Кол-во предметов ЕНМ	Суммарный балл ЕНМ
Студент 1	77,93	27	2104
Студент 2	80,77	30	2423
Студент 3	74,00	18	1332
Средний балл	77,57 «подушное»		78,12 «попредметный»

II. Внеучебные достижения за время обучения в вузе.

В течение времени обучения в вузе студент может демонстрировать внеучебные достижения – результаты активности вне рамок учебного плана, которые не оцениваются напрямую контрольными мероприятиями по дисциплинам, но вносят вклад в профессиональное или личностное развитие студента и подтверждают его компетенции.

Внеучебные достижения разделяются на следующие группы:

1) *научные достижения* – публикации статей, тезисов, участие в конференциях, деятельности лабораторий, грантах, НИР;

2) *профессиональные достижения* – участие в хакатонах, защита проектов в конкурсах и соревнованиях, победы в отраслевых олимпиадах или чемпионатах профессионального мастерства;

3) *общественные достижения* – организация профессиональных мероприятий (форумов, конкурсов, олимпиад), активное участие в студенческом самоуправлении или профессиональных сообществах, работа со школьниками.

Различные достижения имеют различный рейтинг, количественно выражаемый в баллах, поэтому достижения студента характеризуются множеством величин. Пример значений метрик, связанных с достижениями студента, приведен в табл. 2.5.

Таблица 2.5. Пример таблицы метрик, связанных с достижениями студента

	Наличие (да, нет)	Кол-во достижений	Суммарный балл
Научные	да	1	3,75
Профессиональные	да	2	4,30
Общественные	нет	0	0
Любые	да	3	8,05

2.2. Методика исследования

На начальном этапе исследований проводятся интеграция и предобработка образовательных данных, собранных из различных источников, приведение их к единому формату, устранение дубликатов, расчет зависимых переменных. Целью этапа является приведе-

ние факторов и метрик академической успеваемости студентов к виду, пригодному для дальнейшего анализа.

Далее в анализе образовательных данных выделены несколько этапов.

Этап 1. Анализ динамики факторов и метрик академической успеваемости.

Целью этапа является понимание того, как меняются факторы и метрики академической успеваемости студентов по годам. Анализ динамики позволит обнаружить особенности и возможные изменения статистических закономерностей во времени (сдвигов данных), а также аномалии в данных.

На данном этапе используется визуальный анализ динамики образовательных данных. По результатам этапа делается вывод о наличии ошибок регистрации данных и пригодности данных для дальнейшего анализа.

Этап 2. Анализ довузовских факторов академической успеваемости.

Рассматриваются следующие довузовские факторы академической успеваемости: регион школы, тип школы, наличие школьной медали с отличием, баллы за ЕГЭ.

На данном этапе проводится статистический анализ факторных данных, рассчитывается описательная статистика по регионам и типам школ, медалистам и немедалистам, исследуется влияние наличия школьной медали на баллы ЕГЭ.

Целью этапа является понимание того, как распределены и взаимосвязаны между собой довузовские факторы академической успеваемости.

Этап 3. Исследование влияния довузовских факторов на успеваемость по учебным дисциплинам.

На данном этапе проводится статистический анализ баллов, полученных студентами за учебные дисциплины в ходе обучения в вузе, рассчитывается описательная статистика баллов по предметам различных предметных модулей, исследуется влияние региона и типа школы на баллы по учебным дисциплинам, а также анализируется статистическая связь успеваемости по учебным дисциплинам с баллами ЕГЭ. Особое внимание уделяется фактору школьной медали с отличием, анализируются различия в успеваемости медалистов и немедалистов, исследуется динамика их успе-

ваемости по семестрам обучения, а также влияние внешних факторов на успеваемость.

Целью этапа является понимание того, как внешние довузовские факторы (регион и тип школы) и факторы довузовской академической успеваемости (баллы ЕГЭ и наличие школьной медали с отличием) связаны с баллами за учебные дисциплины, полученные студентом в ходе обучения в вузе.

Этап 4. Исследование влияния довузовских факторов на внеучебные достижения.

На данном этапе проводится статистический анализ еще одной метрики академической успеваемости – достижений студента вне рамок учебного плана (см. раздел 2.1). Рассчитывается описательная статистика метрик внеучебных достижений различных типов, исследуется влияние региона, типа школы и балла ЕГЭ на наличие внеучебных достижений, также анализируется статистическая взаимосвязь между баллами за учебные дисциплины и наличием внеучебных достижений. Особое внимание уделяется фактору школьной медали с отличием, анализируются различия в достижениях медалистов и немедалистов.

Целью этапа является понимание того, как внешние довузовские факторы и факторы академической успеваемости связаны с внеучебными достижениями студента, а также как взаимосвязаны внеучебные достижения и успеваемость студента по учебным дисциплинам.

Этап 5. Исследование влияния олимпиадного фактора на метрики академической успеваемости.

На данном этапе проводится исследование фактора довузовских достижений студента в профильных школьных олимпиадах. Рассчитывается описательная статистика по олимпиадникам, анализируется влияние региона и типа школы на участие в олимпиадах, связь участия в олимпиадах с баллами ЕГЭ. Анализируется влияние олимпиадного фактора на успеваемость по учебным дисциплинам и наличие внеучебных достижений различных типов, а также влияние внешних факторов на успеваемость олимпиадников.

Целью этапа является понимание того, как фактор довузовских достижений в олимпиадах связан с успеваемостью студента в период обучения в вузе, а также как внешние факторы и факторы до-

вузовской академической успеваемости влияют на успеваемость олимпиадников.

Этап 6. Исследование влияния фактора довузовских достижений в инженерных конкурсах на метрики академической успеваемости.

На данном этапе проводится исследование, аналогичное предыдущему. Рассчитывается описательная статистика по студентам, имеющим достижения в инженерных конкурсах, анализируется влияние региона и типа школы на достижения, связь достижений с баллами ЕГЭ. Анализируется влияние инженерного фактора на успеваемость по учебным дисциплинам и наличие внеучебных достижений различных типов, а также влияние внешних факторов на успеваемость студентов, имеющих довузовские достижения в инженерных конкурсах.

Целью этапа является понимание того, как фактор наличия довузовских достижений в инженерных конкурсах связан с успеваемостью студента в период обучения в вузе, а также как внешние факторы и факторы довузовской академической успеваемости влияют на успеваемость студентов с инженерными достижениями.

Этап 7. Исследование совместного влияния олимпиадного и инженерного факторов на метрики академической успеваемости.

На данном этапе олимпиадный и инженерный факторы рассматриваются совместно. Рассчитывается описательная статистика по внешним факторам, факторам довузовской академической успеваемости и метрикам академической успеваемости в разрезе олимпиадного и инженерного факторов. Исследуется совместное их влияние на баллы за учебные дисциплины и наличие внеучебных достижений различных типов.

Целью этапа является понимание того, как факторы наличия довузовских олимпиадных достижений и достижений в инженерных конкурсах совместно связаны с успеваемостью студента в период обучения в вузе.

2.3. Анализ динамики факторов и метрик академической успеваемости

2.3.1. Анализ динамики факторов академической успеваемости

Выборка для проведения исследований содержит данные 13924 студентов НИЯУ МИФИ очной формы обучения, поступивших в университет в период с 2012 по 2023 гг. Распределение студентов по годам поступления показано на рис. 2.1.

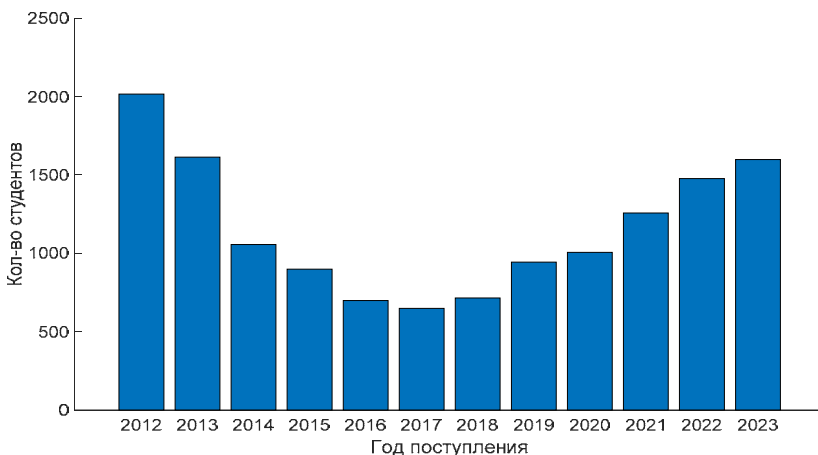


Рис. 2.1. Распределение числа студентов по годам поступления в вуз

В этом распределении выделяются два периода: с 2012 по 2017 гг. и с 2017 по 2023 гг. Первый период характеризуется уменьшением количества поступавших студентов, что связано с сокращением набора, прежде всего, платных студентов. Вторым периодом характеризуется устойчивым увеличением набора, связанным с увеличением контрольных цифр приема в вуз.

На рис. 2.2 показана динамика доли медалистов среди всех зачисленных в вуз студентов по годам. В этой динамике видны три периода: 2012–2014 гг., характеризующиеся высокой долей медалистов в наборе; 2015–2016 гг., характеризующиеся практически отсутствием медалистов в наборе; 2017–2023 гг., характеризующиеся примерно постоянной долей медалистов с небольшой тенденцией к увеличению.

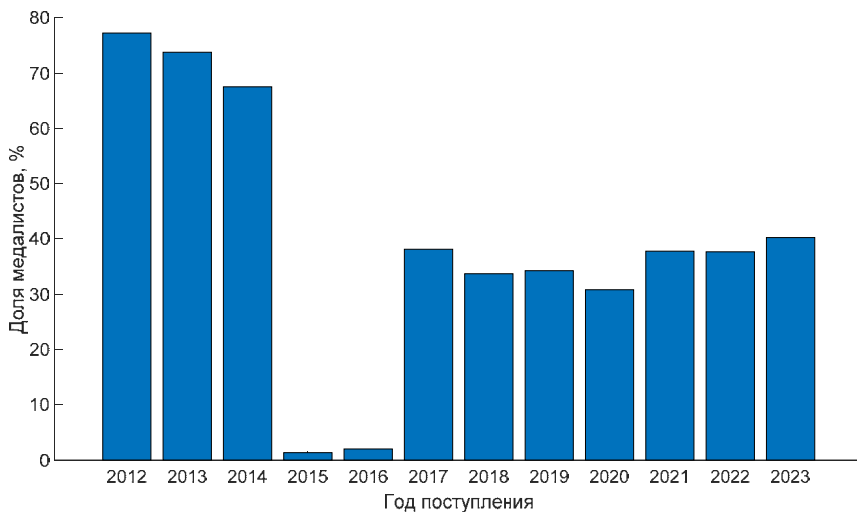


Рис. 2.2. Динамика доли медалистов по годам набора в вуз

На рис. 2.3 показана динамика средних баллов ЕГЭ медалистов и немедалистов по годам поступления в вуз.

Здесь выделяются два периода: 2012–2015 гг., когда средний балл немедалистов превышал средний балл медалистов; и 2016–2023 гг. с обратной ситуацией, когда средний балл медалистов превышал средний балл немедалистов. Динамика отражает кризис в системе определения медалистов, который фиксировался в указанный период. Аномально высокий процент медалистов и их низкий балл ЕГЭ в период 2012–2014 гг. может означать, что школьные медали с отличием не отражали реальные знания и способности абитуриентов в эти годы. В 2015 году, вероятно, произошло изменение критериев выдачи медалей, что привело к резкому сокращению медалистов. Начиная с 2017 г. наблюдается стабильная динамика доли медалистов в наборе и соотношения баллов ЕГЭ медалистов и немедалистов. Небольшой провал в средних баллах ЕГЭ в 2020 г. по сравнению с предыдущим годом, как у медалистов, так и у немедалистов, вероятно, связан с начавшейся пандемией.

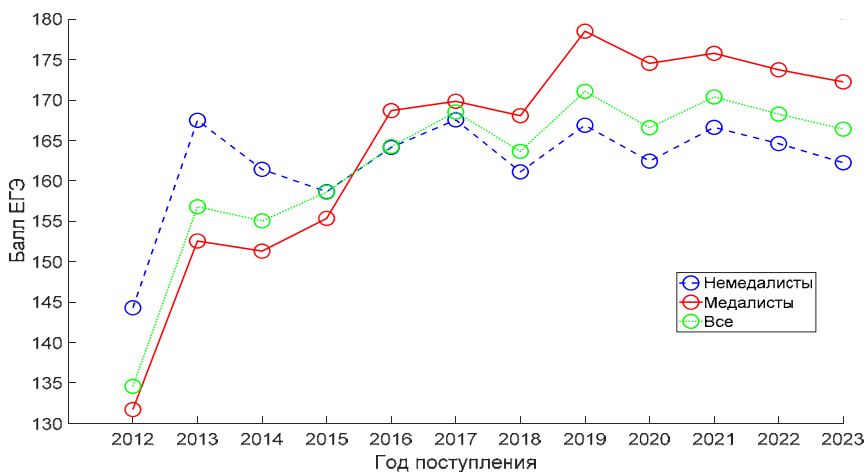


Рис. 2.3. Динамика средних баллов ЕГЭ (суммарно по двум профильным предметам) медалистов и немедалистов по годам поступления в вуз

Учитывая особенности динамики, демонстрирующие изменения статистических закономерностей в структуре набора абитуриентов и факторов их академической успеваемости в различные периоды времени, далее рассматриваются только данные за период 2017–2023 гг., обладающие стабильностью статистических закономерностей.

2.3.2. Анализ динамики баллов за учебные дисциплины

Общее количество студентов, поступивших в вуз с 2017 г., – 7643, из них данные об успеваемости имеются для 7034 студентов (остальные 610 студентов являются преимущественно студентами вечернего факультета). Эта выборка студентов используется для дальнейшего анализа.

Баллы (по 100-балльной системе) по дисциплинам, не относящимся к четырем предметным модулям – ЕНМ, ОПМ, ПМ, ГМ, – исключены из рассмотрения (физкультура, факультативы и пр.). Общий объем выборки баллов за период с первого (осеннего) семестра 2017 учебного года по осенний семестр 2023 г. – 274410. Распределение количества баллов по предметным модулям показано на рис. 2.4.

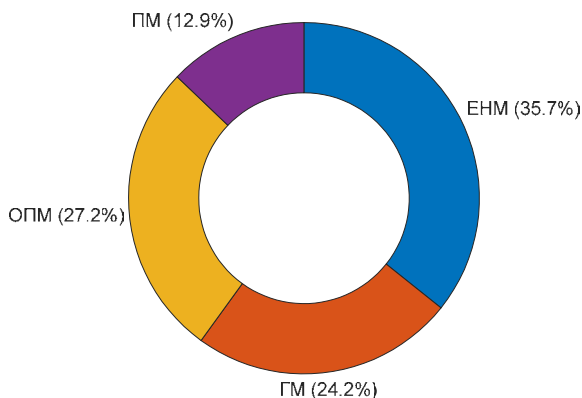


Рис. 2.4. Распределение количества оценок (объема выборки баллов за предметы) по четырем предметным модулям (ЕНМ, ОПМ, ПМ, ГМ)

На рис. 2.5 показана динамика количества баллов (объема выборки) по каждому из четырех предметных модулей (ЕНМ, ОПМ, ПМ, ГМ), преподаваемых в различные учебные годы.

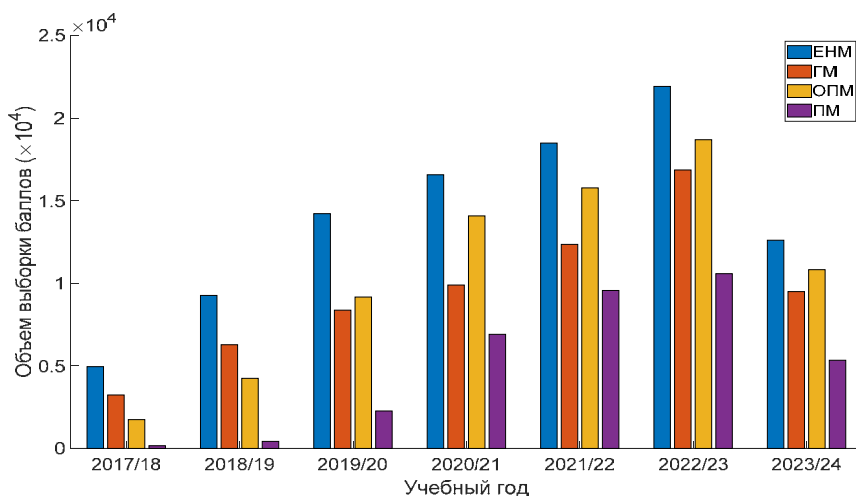


Рис. 2.5. Динамика количества баллов по каждому из четырех предметных модулей (ЕНМ, ОПМ, ПМ, ГМ), преподаваемых в различные учебные годы. Каждый учебный год, кроме 2023 года, включает осенний и весенний семестры

Из рис. 2.5 видно, что с каждым годом количество оценок по дисциплинам всех модулей растет, что связано с накопительным эффектом (в 2017/18 учебный год используются данные по студентам набора 2017 г., в 2018/19 учебный год – данные по студентам наборов 2017 и 2018 гг. и т.д.), а также с увеличением числа набираемых студентов. Спад в 2023 г. связан с тем, что для 2023/24 учебного года имелись данные только за один осенний семестр.

На рис. 2.6 показана динамика среднего балла студентов за предметы различных модулей по семестрам.

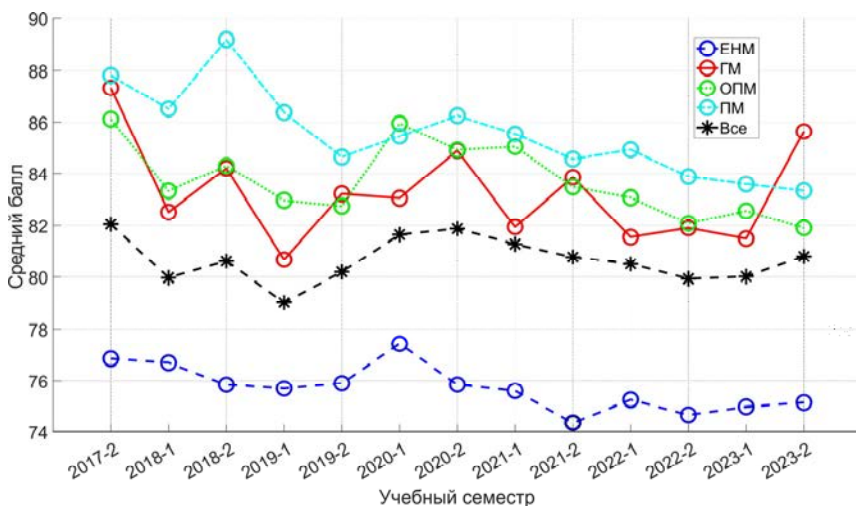


Рис. 2.6. Динамика среднего балла студентов по дисциплинам четырех предметных модулей, преподаваемых в различные семестры

Из этой динамики видно, что в первом семестре 2020 г. наблюдается беспрецедентное резкое увеличение среднего балла по всем четырем предметным модулям по сравнению с первым семестром предыдущего года, что, вероятно, связано с начавшейся пандемией. Начиная с первого семестра 2021 г. наблюдается тенденция к уменьшению среднего балла по всем предметным модулям.

Также наблюдается цикличность с двухсеместровым периодом, особенно явно выраженная для гуманитарного модуля, что связано с различным составом и сложностью дисциплин, изучаемых в осеннем и весеннем семестрах.

На рис. 2.7 показана динамика среднего балла по предметам различных модулей по годам поступления студентов в вуз.

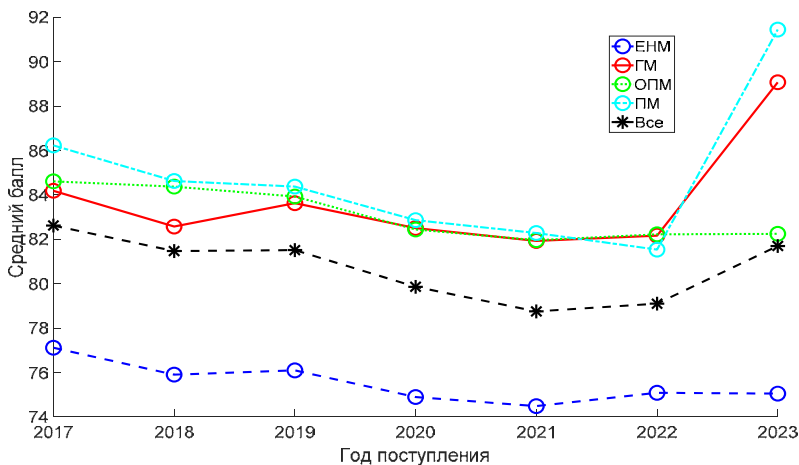


Рис. 2.7. Динамика среднего балла студентов по дисциплинам четырех предметных модулей по годам поступления в вуз

Из этой динамики видно, что средний балл по всем предметным модулям имеет тенденцию к небольшому уменьшению. Высокие значения баллов студентов набора 2023 года связаны с тем, что для анализа этого набора использовались данные только первого (осеннего) семестра.

2.4. Статистический анализ довузовских факторов академической успеваемости

В данном исследовании рассматриваются следующие довузовские факторы академической успеваемости:

- регион школы;
- тип школы;
- наличие школьной медали с отличием;
- баллы за ЕГЭ.

Анализируются статистическая связь между этими факторами и их совместные распределения в различных разрезах. Особое внимание уделяется фактору наличия школьной медали с отличием и исследованию его влияния на баллы за ЕГЭ.

2.4.1. Описательная статистика по регионам и типам школ

На рис. 2.8 показано распределение студентов по регионам довузовского обучения.

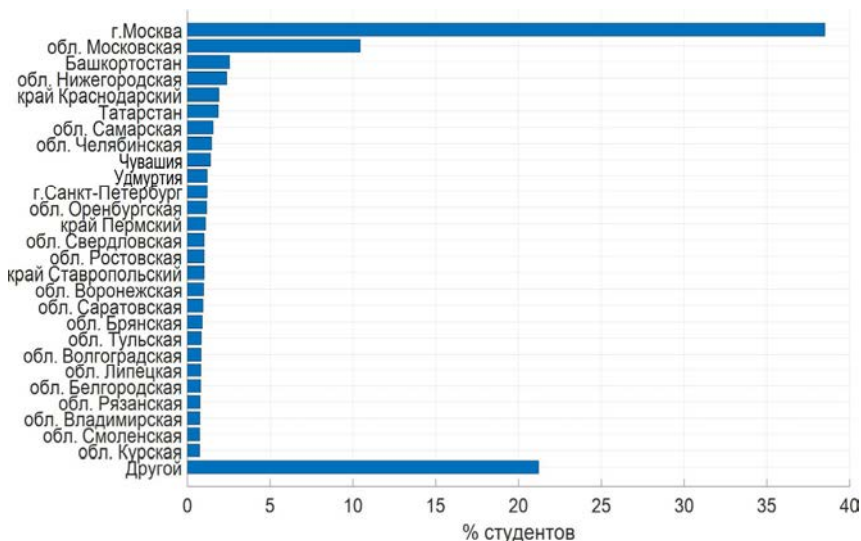


Рис. 2.8. Распределение студентов по регионам. В категорию «Другой» попали регионы, доля студентов из которых составляет менее 1 % от общего числа студентов

Из этого распределения видно, что около 39 % абитуриентов обучались в школах Москвы, на втором месте (около 11 %) – абитуриенты из Московской области.

На рис. 2.9 показаны средние баллы ЕГЭ по двум профильным предметам в разрезе регионов.

Наибольший суммарный балл ЕГЭ имеют абитуриенты из Республики Татарстан, Челябинской обл. и Свердловской обл., наименьший – из Московской обл. и из Москвы. Такая ситуация, вероятно, связана с несколькими причинами. Первая причина заключается в том, что значительная доля абитуриентов из московского региона пользуются правом поступления без вступительных испытаний (БВИ), став победителями или призерами олимпиад. В этом случае от них требуется лишь преодолеть установленный ми-

нимальный порог на ЕГЭ, что снижает мотивацию к получению сверхвысоких баллов. Вторая причина кроется в разной конкуренции образовательных рынков. В Москве абитуриенты с высокими баллами распределяются между множеством сильных вузов, предлагающих карьеру в динамично развивающихся отраслях. Для талантливых же выпускников из регионов МИФИ зачастую становится стратегическим выбором, гарантирующим трудоустройство в ГК «Росатом» – компанию, которая во многих городах является флагманом рынка труда и предлагает наиболее стабильные и перспективные карьерные условия.

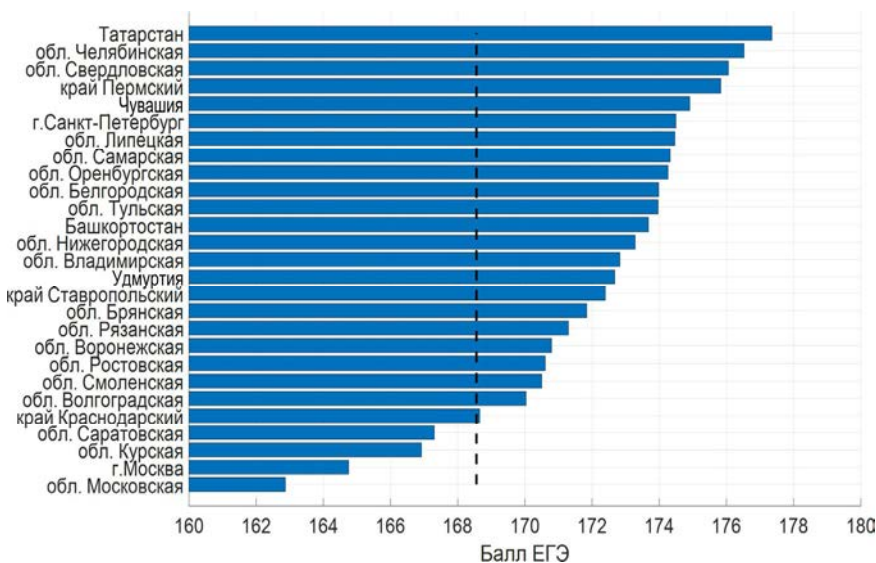


Рис. 2.9. Средние баллы ЕГЭ (суммарно по двум профильным предметам) в разрезе регионов. Вертикальная пунктирная линия проведена на уровне среднего балла ЕГЭ по всем регионам

На рис. 2.10 показана диаграмма рассеяния регионов по средним баллам ЕГЭ по математике и физике. Показаны только регионы, студенты из которых составляют не менее 1 % от общего числа поступивших студентов.

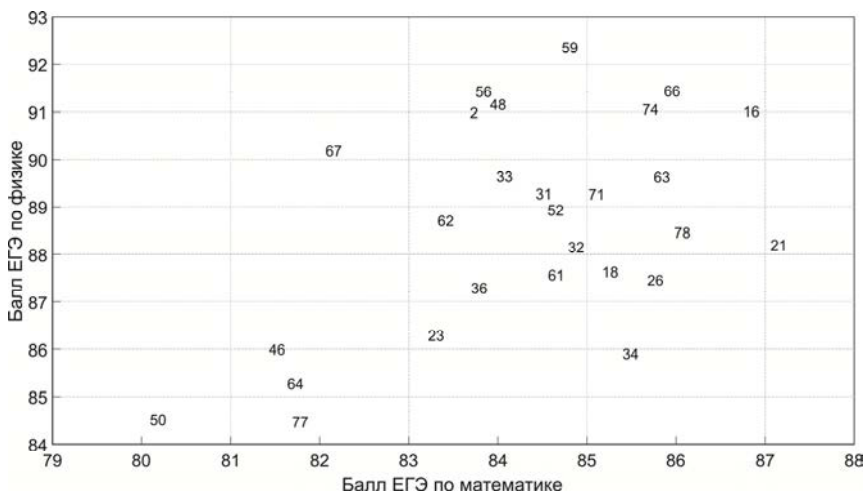


Рис. 2.10. Диаграмма рассеяния регионов по средним баллам ЕГЭ по математике и физике. Каждая точка соответствует региону

Наиболее высокие баллы ЕГЭ по математике и физике наблюдаются у студентов из регионов 16 (Татарстан), 66 (Свердловская обл.), 59 (Пермский край). Наименьшие баллы ЕГЭ по математике – у студентов из Московской обл. (регион 50), по физике – у студентов из Москвы (регион 77) и Московской обл. (регион 50). Причины такой ситуации аналогичны указанным выше. Коды и названия регионов приведены в Приложении.

На рис. 2.11 показано распределение студентов по типу школы, в которой обучался студент до поступления в вуз. На рис. 2.12 – диаграмма рассеяния типов школ по средним баллам ЕГЭ по математике и физике.

Более половины поступивших в вуз студентов обучались в общеобразовательных школах, на втором месте – выпускники лицеев.

Из диаграммы видно, что наибольший балл ЕГЭ по математике – у выпускников лицеев, а наибольший балл ЕГЭ по физике – у выпускников гимназий. Наименьшие баллы ЕГЭ по физике и математике – у выпускников общеобразовательных школ. Все различия в баллах являются статистически значимыми ($p \approx 0$ по критерию Манна-Уитни).

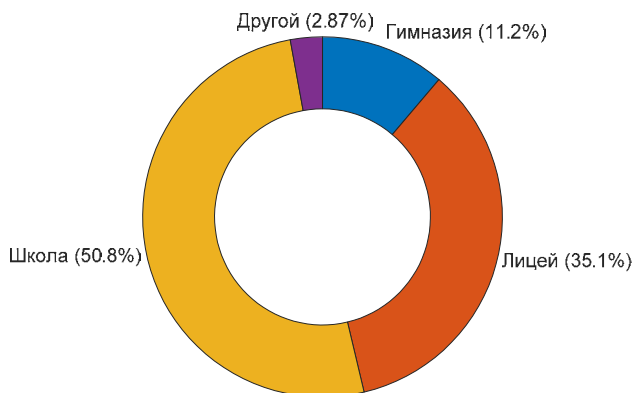


Рис. 2.11. Распределение студентов по типу школы

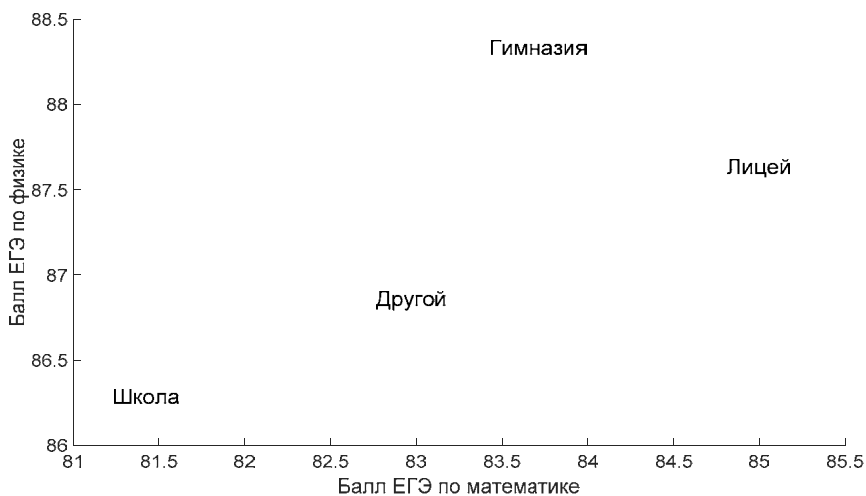


Рис. 2.12. Диаграмма рассеяния типов школ по средним баллам ЕГЭ по математике и физике

2.4.2. Описательная статистика по медалистам

Распределение медалистов и немедалистов показано на рис. 2.13. Среди выборки из 7034 студентов – 2728 (38,8 %) медалистов и 4306 (61,2 %) немедалистов.



Рис. 2.13. Распределение студентов по наличию школьной медали с отличием

На рис. 2.14 показаны доли медалистов в регионах среди всех поступивших студентов из региона (отношение числа медалистов из региона к общему числу студентов из региона), на рис. 2.15 – доли медалистов из регионов среди всех медалистов (отношение числа медалистов из региона к общему количеству поступивших в вуз медалистов).

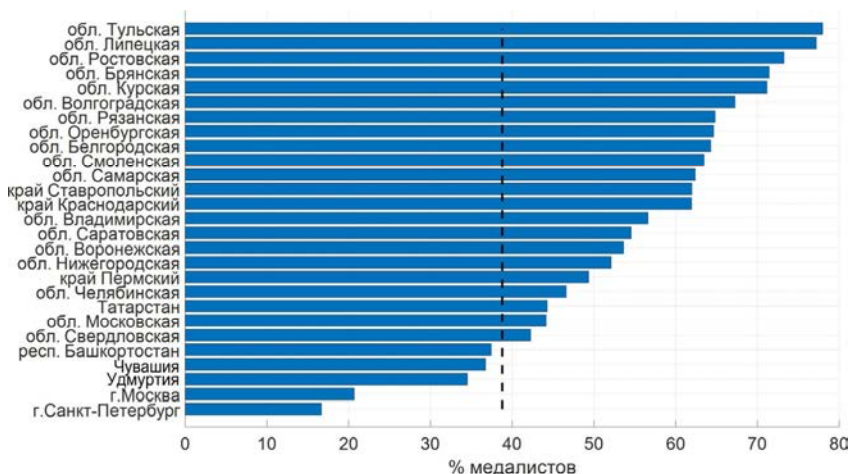


Рис. 2.14. Доли медалистов в регионах среди всех поступивших студентов из региона. Вертикальная пунктирная линия проведена на уровне доли медалистов среди всех студентов в вуза

Из этого распределения видно, что наибольшая доля медалистов – среди студентов из Тульской и Липецкой областей (более 75 % поступивших студентов из этих регионов являются медалистами). Наименьший процент медалистов – среди студентов из Санкт-Петербурга и Москвы.

Из рис. 2.8 и 2.15 можно заметить, что студенты из Москвы составляют около 40 % от всех студентов вуза, при этом доля медалистов из Москвы среди всех медалистов – около 22 %. Для Московской обл. ситуация иная – доля студентов из Московской обл. среди всех поступивших студентов и доля медалистов из Московской обл. среди всех поступивших в вуз медалистов примерно одинаковые (около 11 %).

Такая ситуация, вероятно, связана со следующей причиной. В Москве значительно больше школ с углубленной подготовкой и физико-математических лицеев. В таких школах, как правило, сложнее получить медаль, и обучающиеся в них школьники прилагают больше усилий на изучение физико-математических предметов. Кроме того, если абитуриент ориентирован на поступление в вуз по результатам олимпиад, мотивация к получению медали может снижаться. Заметим, что, несмотря на низкую долю медалистов из Москвы, их абсолютное число в вузе максимально.

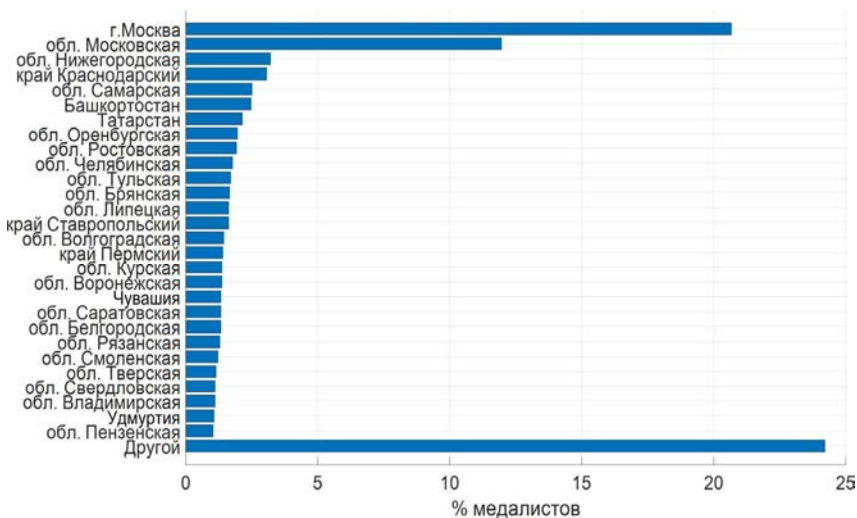


Рис. 2.15. Доли медалистов из регионов среди всех медалистов

Совместное распределение студентов по фактору наличия школьной медали с отличием и типу школы приведено в табл. 2.6. На рис. 2.16 показано распределение медалистов и немедалистов по типу школы.

Таблица 2.6. Совместное распределение студентов по наличию школьной медали с отличием и типу школы

Тип школы	Наличие медали		Всего
	Немедалисты	Медалисты	
Школа	2095 (58,6 %)	1481 (41,4 %)	3576
Лицей	1718 (69,6 %)	750 (30,4 %)	2468
Гимназия	366 (46,4 %)	422 (53,6 %)	788
Другой	127 (62,9 %)	75 (37,1 %)	202
Всего	4306 (61,2 %)	2728 (38,8 %)	7034

Из таблицы видно, что наибольший процент медалистов – среди студентов, обучавшихся в гимназиях, наименьший – среди студентов, обучавшихся в лицеях.

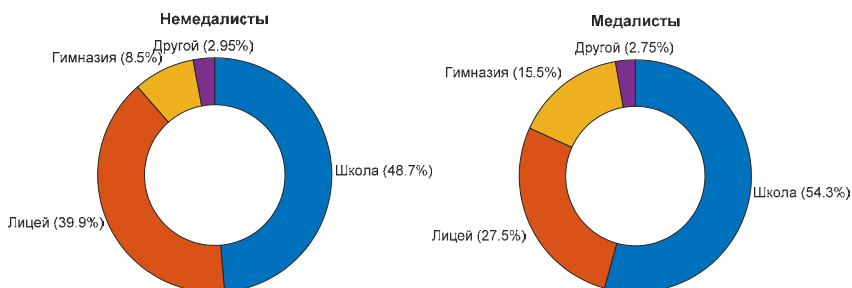


Рис. 2.16. Распределение медалистов и немедалистов по типу школы

Среди всех медалистов, поступивших в вуз, выпускников гимназий примерно в два раза больше, чем среди немедалистов, при этом выпускников лицеев среди медалистов существенно меньше.

2.4.3. Анализ влияния школьной медали с отличием на баллы ЕГЭ

На рис. 2.17 показаны распределения суммарного балла ЕГЭ по двум профильным предметам для медалистов, немедалистов и всех студентов. Визуально видно существенное различие в распределениях: распределение для немедалистов более пологое с длинным левым хвостом, распределение баллов медалистов более сосредоточено в диапазоне 165–190 баллов.

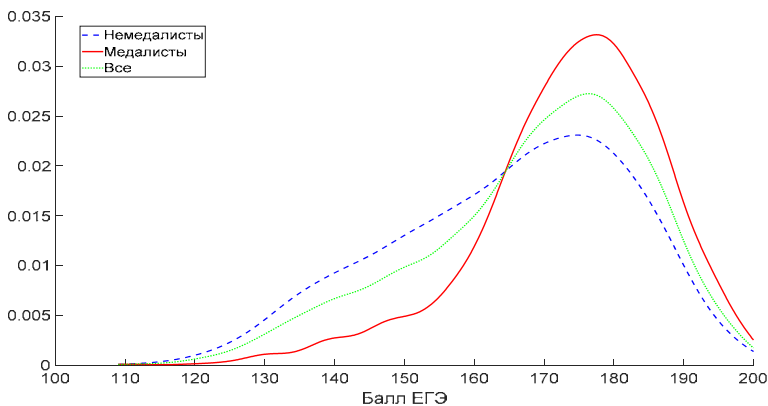


Рис. 2.17. Распределения суммарного балла ЕГЭ по двум профильным предметам для медалистов, немедалистов и всех студентов

Плотности распределений баллов ЕГЭ для медалистов и немедалистов пересекаются примерно на уровне 165 баллов. Это означает, что если студент имеет более 165 баллов за ЕГЭ, то с большей вероятностью этот студент является медалистом, а если менее 165 баллов, то с большей вероятностью – немедалистом.

В табл. 2.7 приведены средние баллы ЕГЭ медалистов и немедалистов по различным предметам, на рис. 2.18 показаны разности средних баллов.

Таблица 2.7. Средние баллы ЕГЭ медалистов и немедалистов по различным предметам

Предмет	Балл ЕГЭ немедалистов (среднее \pm с.к.о.)	Балл ЕГЭ медалистов (среднее \pm с.к.о.)
Математика	81,88 \pm 8,84	84,74 \pm 7,41
Физика	85,08 \pm 10,47	89,87 \pm 7,83
Информатика	81,52 \pm 10,33	87,42 \pm 8,63
Обществознание	76,33 \pm 10,05	85,94 \pm 9,87
Другой	78,21 \pm 10,87	85,32 \pm 9,67
Все	82,54 \pm 9,98	86,91 \pm 8,22

*Все разности баллов ЕГЭ медалистов и немедалистов значимы по критерию Манна-Уитни ($p \approx 0$).

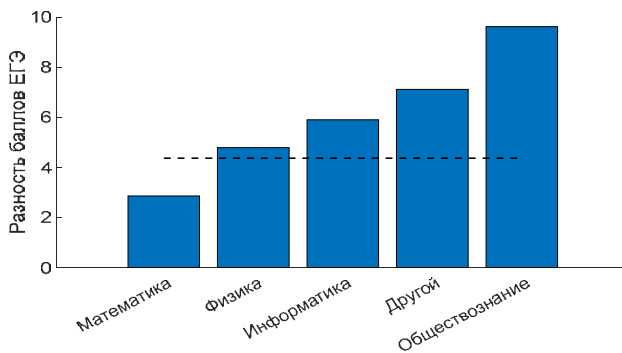


Рис. 2.18. Разности средних баллов ЕГЭ медалистов и немедалистов по различным предметам. Предметы отсортированы в порядке увеличения разности. Пунктирная линия проведена на уровне разности баллов ЕГЭ по всем предметам

Наименьшее различие в баллах ЕГЭ между медалистами и немедалистами – по математике, наибольшее – по обществознанию.

На рис. 2.19 показаны различия средних баллов ЕГЭ медалистов и немедалистов в разрезе регионов. Рассматриваются только регионы, студенты из которых составляют не менее 1 % от общего числа поступивших студентов.

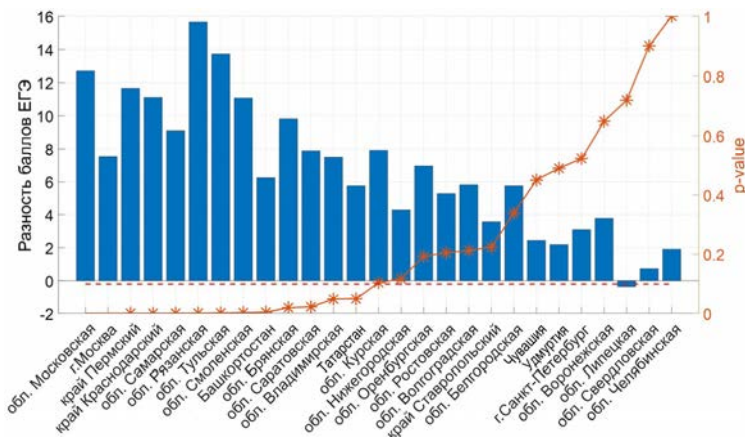


Рис. 2.19. Разность средних баллов ЕГЭ (суммарно по двум профильным предметам) медалистов и немедалистов в разрезе регионов. Регионы отсортированы в порядке уменьшения значимости разности (по критерию Манна-Уитни). На правой оси – соответствующие значения p -value

Различия в баллах ЕГЭ между медалистами и немедалистами значимы для 14 регионов ($p < 0,1$), наибольшие значимые различия – среди студентов Московской, Рязанской, Тульской областей. Для многих регионов (например, Санкт-Петербург, Воронежская, Ростовская области и др.) различия незначимые. Для Липецкой обл. различие отрицательное (баллы немедалистов превышают баллы медалистов), однако это различие не является значимым.

На рис. 2.20 показана диаграмма рассеяния регионов по средним баллам ЕГЭ по математике и физике среди медалистов и немедалистов.

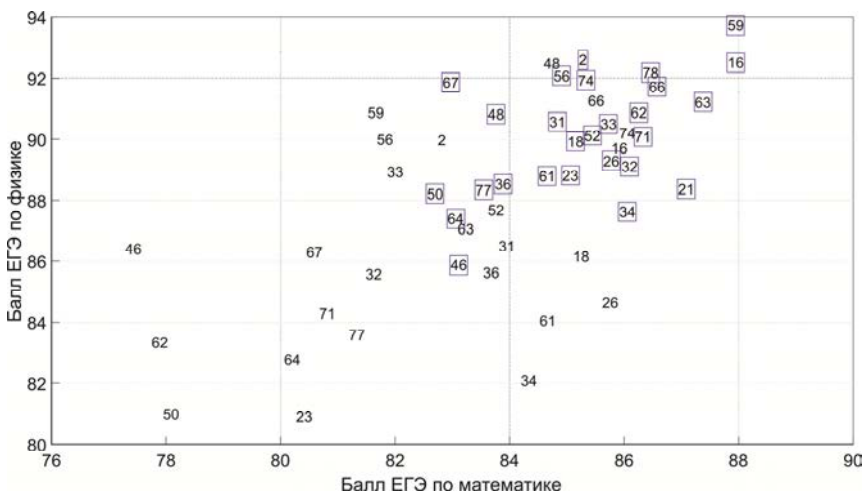


Рис. 2.20. Диаграмма рассеяния регионов по средним баллам ЕГЭ по математике и физике для немедалистов и медалистов. Каждая точка соответствует региону. Номера регионов без рамки соответствуют баллам немедалистов, номера в рамке – баллам медалистов

Из диаграммы видно, что наиболее высокие баллы ЕГЭ по математике и физике имеют медалисты из регионов 59 (Пермский край), 16 (Татарстан); немедалисты – из регионов 74 (Челябинская обл.), 16 (Татарстан), 66 (Свердловская обл.), 48 (Липецкая обл.). Также можно заметить, что медалисты из некоторых регионов оказываются хуже, чем немедалисты из других регионов (например, медалисты из Московской обл. (регион 50), Курской обл. (регион 46), Саратовской обл. (регион 64) оказываются хуже медалистов из

всех других регионов и немедалистов из Татарстана, Свердловской обл. и др. регионов).

В табл. 2.8 приведены средние баллы ЕГЭ медалистов и немедалистов, обучавшихся в школах различных типов, сравнительная диаграмма разностей средних баллов приведена на рис. 2.21.

Таблица 2.8. Средние баллы ЕГЭ медалистов и немедалистов в разрезе типов школ

Тип школы	Балл ЕГЭ немедалистов (среднее \pm с.к.о.)	Балл ЕГЭ медалистов (среднее \pm с.к.о.)
Школа	160,93 \pm 17,67	172,06 \pm 13,98
Лицей	169,73 \pm 15,20	176,84 \pm 11,40
Гимназия	165,06 \pm 16,69	174,70 \pm 12,54
Другой	167,15 \pm 14,93	173,42 \pm 14,41
Все	165,04 \pm 17,05	173,82 \pm 13,27

*Все разности баллов ЕГЭ медалистов и немедалистов значимы по критерию Манна-Уитни ($p \approx 0$).

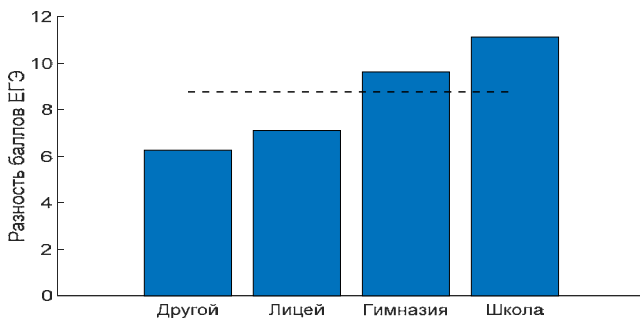


Рис. 2.21. Разности средних баллов ЕГЭ (суммарно по двум профильным предметам) медалистов и немедалистов, обучавшихся в школах различных типов. Типы школ отсортированы в порядке увеличения разности. Пунктирная линия проведена на уровне разности баллов ЕГЭ по всем типам школ

Средние баллы ЕГЭ медалистов превосходят средние баллы ЕГЭ немедалистов для всех типов школ, при этом различие между баллами немедалистов-выпускников лицеев и медалистов-выпускников общеобразовательных школ составляет всего 2,3 балла, в то время как различие между баллами медалистов и немедалистов

листов, окончивших общеобразовательные школы, составляет более 11 баллов.

Из рис. 2.21 можно заметить, что разность средних баллов ЕГЭ по двум профильным предметам между медалистами и немедалистами максимальна среди выпускников общеобразовательных школ и минимальна среди выпускников лицеев и школ категории «Другой» (колледж, вуз, техникум, центр образования и пр.).

На рис. 2.22 показана диаграмма рассеяния типов школ по средним баллам ЕГЭ по математике и физике среди медалистов и немедалистов.

Из диаграммы видно, что медалисты превосходят немедалистов по баллам ЕГЭ по физике для любых типов школ, при этом немедалисты-выпускники лицеев показывают в среднем более высокий балл ЕГЭ по математике, чем медалисты, окончившие общеобразовательную школу.

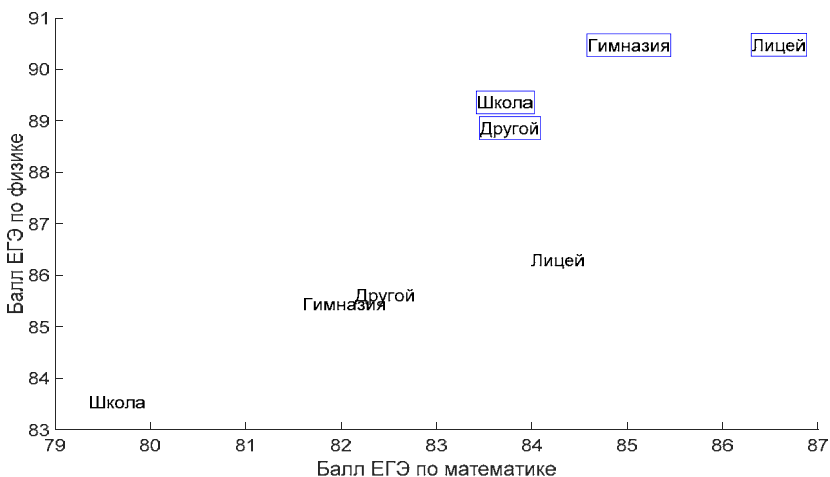


Рис. 2.22. Диаграмма рассеяния типов школ по средним баллам ЕГЭ по математике и физике для немедалистов и медалистов. Названия типов школ без рамки соответствуют баллам немедалистов, названия в рамке – баллам медалистов

Анализ географического и образовательного происхождения студентов, а также их академических результатов позволяет выявить системные закономерности, определяющие как стратегии

поступления в ведущий вуз, так и уровень их начальной подготовки.

Начнем с парадокса, что студенты из Москвы и Московской области демонстрируют наименьшие средние баллы ЕГЭ среди всех поступивших. Это не означает, что им объективно проще поступить с низкими баллами, но отражает специфику столичного набора. Вузы Москвы осуществляют массовый прием из своего региона, охватывая значительно более широкий спектр абитуриентов – от блестящих до средних. В то же время в регионы поступают целенаправленно лишь самые сильные и мотивированные выпускники, для которых переезд – осознанный шаг. Таким образом, из других субъектов РФ в вуз пробивается элита, тогда как московская когорта представляет собой более репрезентативную выборку всей популяции, что и объясняет статистическое снижение среднего балла.

Эта логика проясняет и диспропорцию в доле медалистов среди поступивших из разных регионов. В Тульской и Липецкой областях, где доля медалистов превышает 75 %, мы видим эффект селекции: в столичный вуз едут исключительно лучшие из лучших, наиболее подготовленные выпускники, коими часто и являются медалисты. Напротив, в Москве и Санкт-Петербурге, где доля медалистов среди поступивших менее 20 %, работает иной принцип. Поступление для них – один из многих локальных вариантов, и в вуз попадают абитуриенты с разным уровнем аттестата, но с достаточным для прохождения конкурса баллом ЕГЭ. Медаль в условиях большого города теряет роль единственного или главного маркера элитарности.

Различия в доле медалистов заметны и на уровне типов учебных заведений. Тот факт, что среди выпускников лицеев лишь около 30% медалистов, а среди гимназистов – более 53 %, указывает на фундаментальное различие в их образовательных философиях и уровне внутренней требовательности. Лицей, особенно с физико-математическим уклоном, фокусируется на глубине освоения профильных дисциплин и развитии прикладных навыков, часто в ущерб формальному соответствию всем критериям получения медали. Учеба здесь изначально сложнее, и даже сильный ученик может не дотянуть до золотой медали по всем предметам. Гимназия же, сохраняя традиции фундаментального классического образова-

ния, часто предъявляет более унифицированные требования, ориентированные в том числе и на формальные критерии успеваемости, что облегчает получение медали для способных учащихся.

Предметная структура баллов ЕГЭ также раскрывает эту двойственность роли медали. Наименьший разрыв между медалистами и немедалистами наблюдается по математике – ключевому профильному предмету для технического вуза. Здесь и те, и другие демонстрируют высокий и сопоставимый уровень подготовки, поскольку для поступления необходимы реальные, а не формальные знания. Наибольшая же разница – по обществознанию, которое для многих технических абитуриентов является «второстепенным» предметом. Медалисты, стремясь к формальному идеалу, вынуждены демонстрировать высокий результат по всем предметам без исключения. Немедалисты же, особенно сконцентрированные на технических дисциплинах, часто готовятся к обществознанию по остаточному принципу, лишь для преодоления минимального порога, что и создает огромный разрыв.

Эта закономерность находит отражение и в региональном разрезе. В регионах с сильной и равномерной системой образования (например, Липецкая область) требования к знаниям высоки для всех выпускников, поэтому разрыв в баллах ЕГЭ между медалистами и немедалистами минимален – медаль здесь действительно подтверждает исключительность на фоне и так высокого среднего уровня. В регионах с системными проблемами или формальным подходом к награждению медалями разрыв, напротив, будет велик, так как медаль будет вручаться узкой группе отличников на фоне сравнительно слабой подготовки остальных.

Наконец, контекст учебного заведения окончательно формирует ценность медали. Наименьший разрыв в баллах ЕГЭ между медалистами и немедалистами наблюдается среди выпускников лицеев и школ категории «Другой» (колледжи, техникумы), поскольку в этих учреждениях и без того высокий порог требований и сильный контингент. «Тройка» в лицее по уровню может равняться «четверке» в обычной школе. В общеобразовательных школах, где диапазон подготовки максимально широк, а требования часто ниже, медаль становится более ярким маркером исключительности ее обладателя на фоне одноклассников, что и приводит к наибольшему различию в баллах ЕГЭ между двумя группами.

2.5. Исследование влияния довузовских факторов на успеваемость по учебным дисциплинам

На данном этапе исследуется статистическая связь между довузовскими факторами академической успеваемости (регион школы, тип школы, наличие школьной медали с отличием, баллы за ЕГЭ) и баллами за учебные дисциплины, полученными в ходе обучения в вузе. Учебные дисциплины сгруппированы в четыре предметных модуля: ЕНМ, ГМ, ОПМ и ПМ (см. раздел 2.1). Особое внимание уделяется фактору наличия школьной медали с отличием и исследованию различий в успеваемости по учебным дисциплинам между медалистами и немедалистами.

2.5.1. Описательная статистика баллов по учебным дисциплинам

На рис. 2.23 показано распределение учебных дисциплин по предметным модулям. Общее число различных дисциплин во всех предметных модулях – 1663.

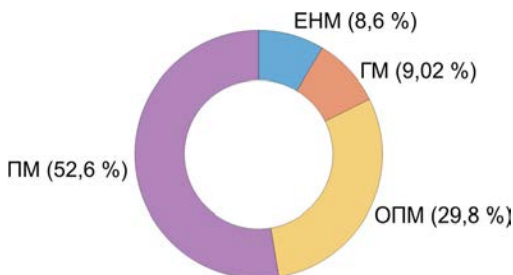


Рис. 2.23. Распределение дисциплин по предметным модулям

Из распределения видно, что наибольшее число дисциплин относится к профессиональному модулю, при этом количество оценок в этом модуле минимально (см. рис. 2.4), что связано с большим разнообразием и узкой специализацией преподаваемых профессиональных дисциплин. В естественно-научном модуле наименьшее число дисциплин, при этом наибольшее число оценок, что связано с обязательностью изучения этих дисциплин всеми студентами вуза, в особенности на младших курсах.

В табл. 2.9 приведены дисциплины с наибольшим числом оценок в разрезе предметных модулей.

На рис. 2.24 показано распределение количества дисциплин различных модулей по семестрам.

Таблица 2.9. Дисциплины с наибольшим объемом выборок оценок в разрезе предметных модулей

Модуль	Дисциплина	Кол-во и доля оценок
ЕНМ	Математический анализ	10349 (12,5 %)
	Информатика	6199 (7,5 %)
	Аналитическая геометрия	5736 (6,9 %)
	Химия	4958 (6,0 %)
	Линейная алгебра	4462 (5,4 %)
	Обыкновенные дифф. уравнения	2966 (3,6 %)
	Общая физика (механика)	2931 (3,5 %)
	Векторный и тензорный анализ	2761 (3,3 %)
	Теория функций комплексного переменного	2573 (3,1 %)
Общая физика (молекулярная физика)	2503 (3,0 %)	
ГМ	Иностранный язык (английский)	10125 (15,1 %)
	Иностранный язык	7090 (10,6 %)
	Философия	4058 (6,1 %)
	История России	4055 (6,1 %)
	История	3875 (5,8 %)
	Основы гуманитарного знания	3837 (5,7 %)
	Экономика и управление в промышленности	3791 (5,7 %)
	Основы проф. коммуникации на ин. языке	3235 (4,8 %)
Русский язык и культура речи	2093 (3,1 %)	
ОПМ	Проектная практика	7535 (8,7 %)
	Сопротивление материалов	3777 (4,4 %)
	Теория вероятностей и мат. статистика	3286 (3,8 %)
	Уравнения математической физики	2996 (3,5 %)
	Введение в специальность	2454 (2,8 %)
	Безопасность жизнедеятельности	2378 (2,8 %)
	Инженерная и компьютерная графика	2105 (2,4 %)
	Дискретная математика (мат. логика)	1843 (2,1 %)
	Теоретические основы электротехники	1514 (1,8 %)
	ЭВМ и периферийные устройства	1511 (1,7 %)

Модуль	Дисциплина	Кол-во и доля оценок
ПМ	Аудит	581 (1,5 %)
	Экономический анализ	544 (1,4 %)
	Параллельное программирование	420 (1,1 %)
	Английский язык: деловая лексика	418 (1,1 %)
	Правоохранительные органы	410 (1,1 %)
	Налоги и налогообложение	350 (0,9 %)
	Организация обработки баз данных	349 (0,9 %)
	Страхование	347 (0,9 %)

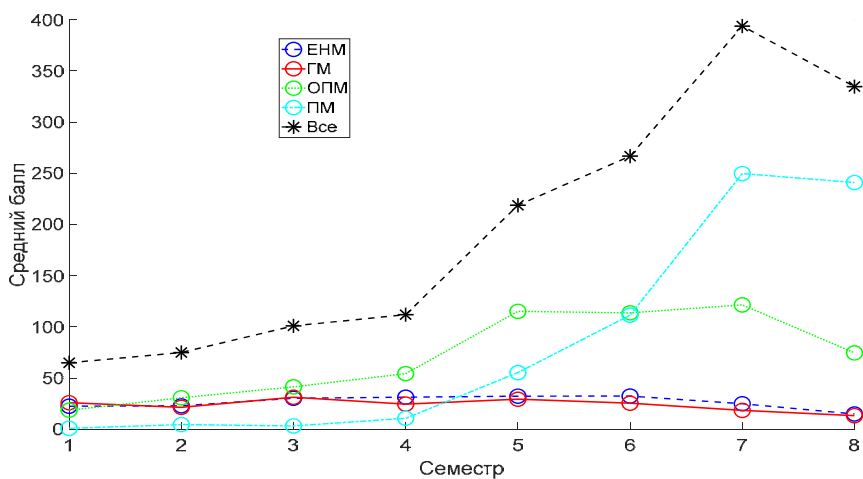


Рис. 2.24. Распределение количества дисциплин различных модулей по семестрам

Из распределения видно, что количество дисциплин естественно-научного и гуманитарного модулей остается примерно одинаковым в течение 1–6 семестров, после чего уменьшается. Наибольшее число общепрофессиональных дисциплин в основном преподается на 5–7 семестрах, их число растет каждый семестр до 5-го включительно. Дисциплины профессионального модуля изучаются в основном начиная с 5–6 семестров, их максимальное число – на 7 и 8 семестрах.

На рис. 2.25 показана динамика среднего балла студентов по предметам различных предметных модулей в зависимости от семестра обучения. Из этой динамики видно, что по мере обучения в вузе на протяжении 1–5 семестров средний балл студентов по всем дисциплинам остается примерно одинаковым и начинает расти с 5-го семестра. Этот рост обусловлен в основном предметами обще-профессионального и профессионального модулей. Можно заметить, что до 5-го семестра средний балл по предметам этих модулей уменьшается, а начиная с 5-го семестра, разворачивается и демонстрирует устойчивый рост.

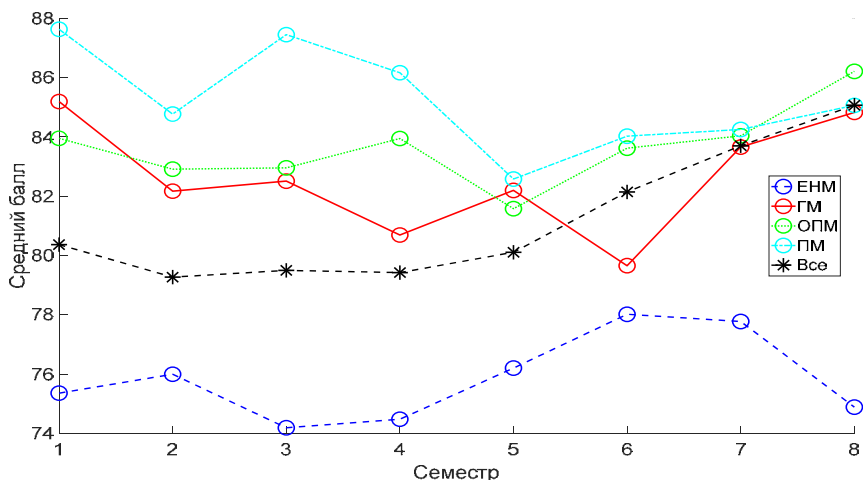


Рис. 2.25. Динамика среднего балла студентов по предметам различных предметных модулей в зависимости от семестра обучения (за все годы набора)

На рис. 2.26 показаны средние баллы студентов по дисциплинам различных учебных модулей за все время обучения. Расчет проводился двумя способами: попредметно и подушно. При попредметном расчете усреднялись все баллы по предметам каждого модуля. При подушном расчете вначале вычислялись средние баллы по предметам модулей для каждого студента, после чего эти баллы усреднялись (см. раздел 2.1).

Среди всех предметных модулей наименьший средний балл студентов приходится на предметы ЕНМ. Отметим, что попред-

метный и подушевой способы расчета показывают примерно схожие результаты, однако, при попредметном способе расчета средние баллы по предметам всех модулей, кроме ГМ, оказываются немного выше, чем при подушечном способе расчета. Далее при расчете средних баллов по предметным модулям везде будет использоваться подушечный способ расчета, если не оговорено обратное.

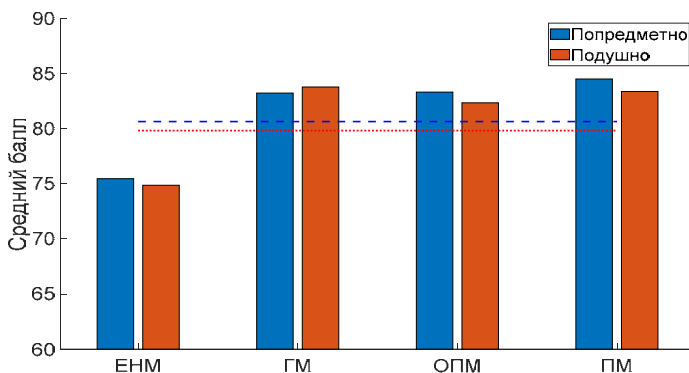


Рис. 2.26. Средние баллы студентов по дисциплинам различных учебных модулей (за все время обучения и за все годы набора). Пунктирная линия проведена на уровне среднего попредметного балла студентов по всем учебным дисциплинам, точечная линия – на уровне среднего подушевого балла

В табл. 2.10 приведены коэффициенты корреляции между баллами студентов по дисциплинам различных предметных модулей.

Таблица 2.10. Коэффициенты корреляции между баллами студентов по дисциплинам различных предметных модулей

Модуль	ЕНМ	ГМ	ОПМ	ПМ
ЕНМ	1,00	0,43	0,47	0,47
ГМ	0,43	1,00	0,41	0,47
ОПМ	0,47	0,41	1,00	0,54
ПМ	0,47	0,47	0,54	1,00

Все коэффициенты корреляции являются значимыми ($p \approx 0$ по тесту Стьюдента).

Наибольший коэффициент корреляции наблюдается между оценками за предметы общепрофессионального и профессионального модулей, наименьший – между предметами общепрофессионального и гуманитарного модулей. Значимое отличие всех коэффициентов корреляции от нуля говорит о наличии корреляционной связи между оценками за предметы различных модулей.

На рис. 2.27 показано распределение баллов за все учебные дисциплины по значениям (от 60 до 100 баллов).

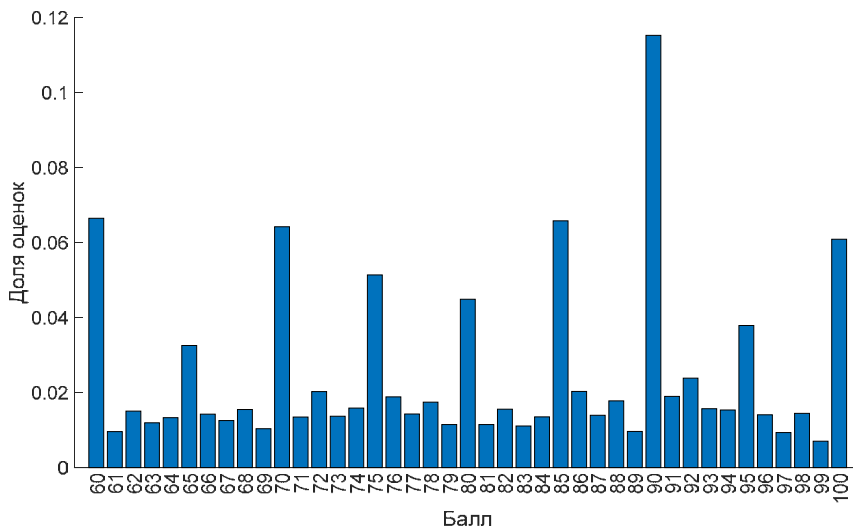


Рис. 2.27. Распределение общей выборки баллов по значениям (по всем дисциплинам за все годы)

Из этого распределения видно, что наиболее часто встречающиеся оценки по дисциплинам кратны 5, доля таких оценок среди всех оценок составляет более 53 %. Это может говорить о предпочтении преподавателей выставлять оценки на границах диапазонов между «отлично», «хорошо», «удовлетворительно».

2.5.2. Анализ влияния региона и типа школы на успеваемость студента

На рис. 2.28 показаны средние баллы студентов по предметам всех модулей в разрезе регионов.

Можно заметить, что наибольший средний балл имеют студенты из Липецкой обл., Пермского края, Тульской обл., наименьший средний балл – студенты из Волгоградской обл., Москвы, Московской и Ростовской областей.

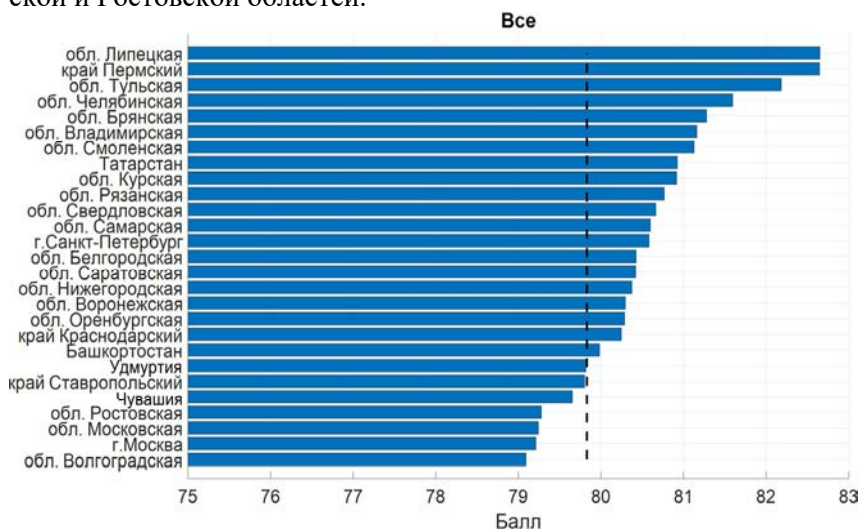


Рис. 2.28. Средние баллы (по предметам всех модулей) в разрезе регионов. Вертикальная пунктирная линия проведена на уровне среднего балла студентов по всем регионам

Сопоставляя баллы ЕГЭ (рис. 2.9) и средний балл за дисциплины в вузе, можно заметить, что студенты из Татарстана, имевшие наивысший балл ЕГЭ, демонстрируют не самый высокий балл в вузе, а студенты из Владимирской и Брянской областей, наоборот, демонстрируют высокие баллы в вузе при не самых высоких баллах ЕГЭ.

На рис. 2.29 показаны диаграммы рассеяния регионов по средним баллам за предметы различных модулей. Показаны только регионы, студенты из которых составляют не менее 1 % от общего числа поступивших студентов.

Из диаграмм рассеяния видно, что наиболее высокая успеваемость по предметам ЕНМ и ОПМ – у студентов из Пермского края и Тульской обл. (регионы 59 и 71), наименее высокая – у студентов из Москвы и Московской обл. (регионы 77 и 50). Наиболее «силь-

ные» студенты по предметам гуманитарного модуля – из Пермского края и Липецкой обл. (регион 48), по предметам профессионального модуля – из Пермского края и Белгородской обл. (регион 31).

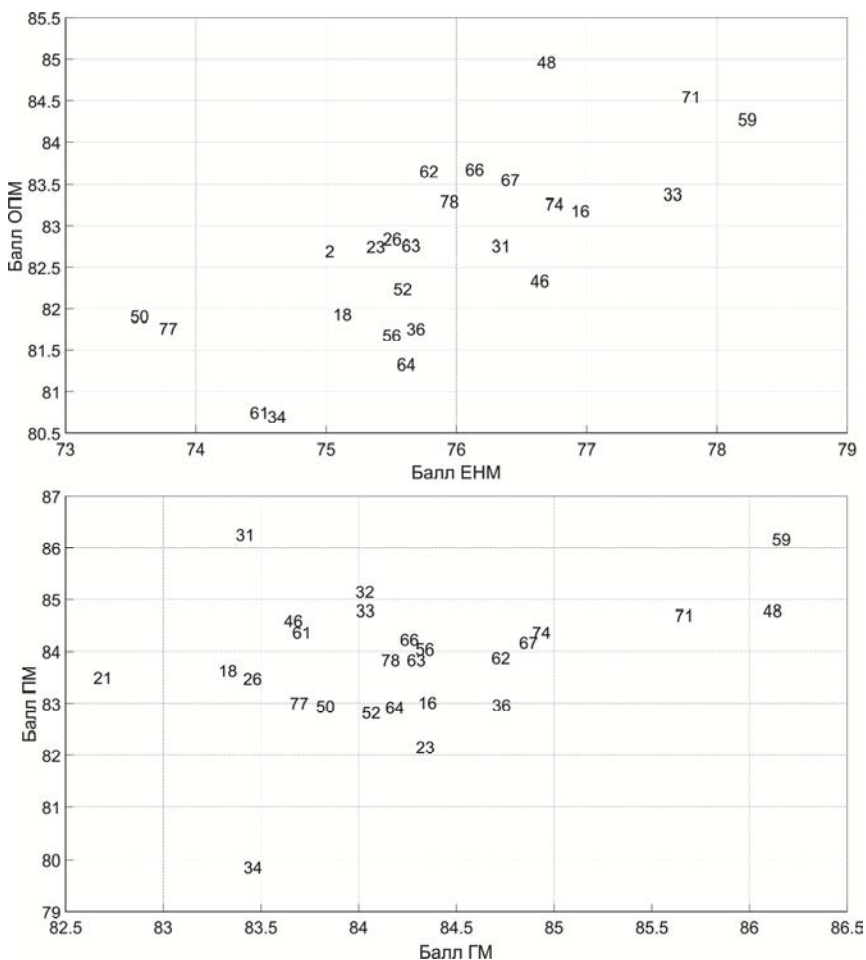


Рис. 2.29. Диаграммы рассеяния регионов по средним баллам за предметы различных предметных модулей. Каждая точка соответствует региону

На рис. 2.30 показаны средние баллы за предметы различных предметных модулей и доверительные интервалы для них в разрезе типов школ.

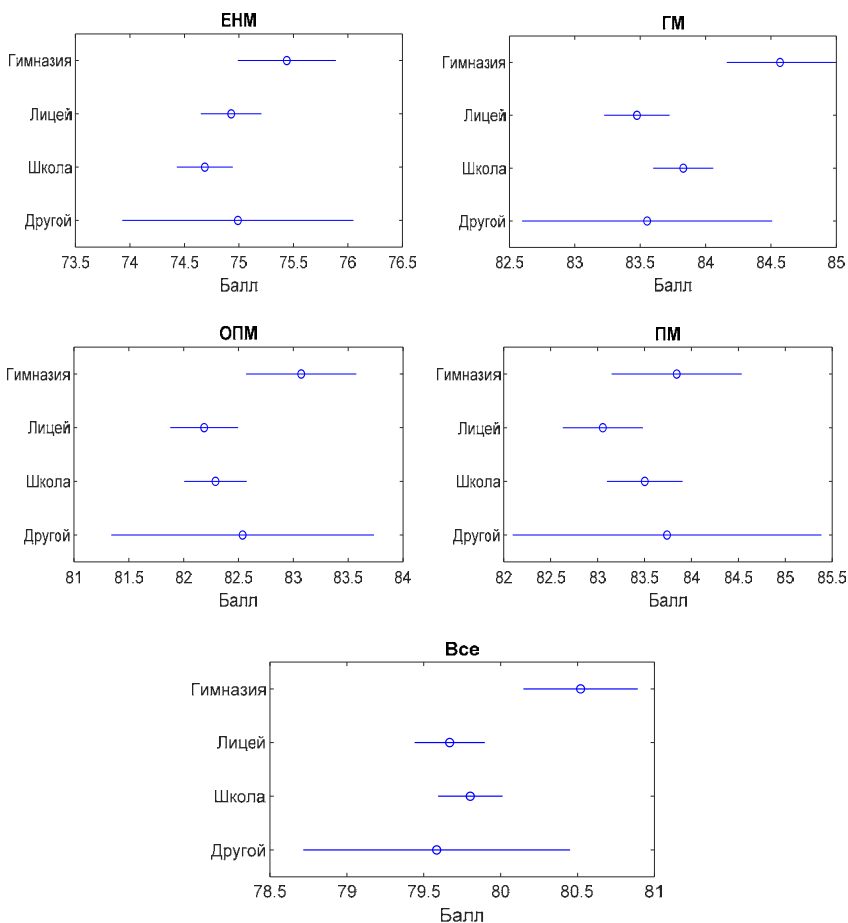


Рис. 2.30. Средние баллы за предметы различных предметных модулей в разрезе типов школ. На каждой диаграмме показаны средние баллы и доверительные интервалы для них (скорректированные на множественные сравнения, уровень значимости 0,05)

Сопоставляя доверительные интервалы для средних баллов по всем предметам, можно заметить, что средние баллы студентов, обучавшихся в гимназиях, значительно отличаются от средних баллов студентов, обучавшихся в общеобразовательных школах и лицеях. Значимые различия между баллами студентов, обучавшихся в ли-

циях и общеобразовательных школах, не обнаружены ни по одному предметному модулю.

2.5.3. Исследование статистической связи баллов ЕГЭ и успеваемости

На рис. 2.31 приведены графики зависимостей средних баллов студентов за время обучения в вузе от баллов ЕГЭ (суммарно по двум профильным предметам и суммарно по математике и физике).

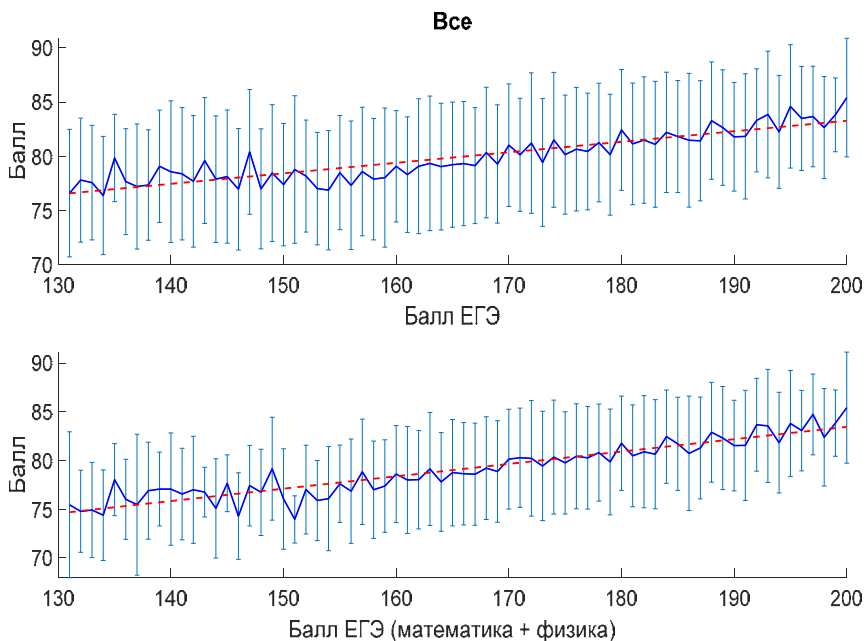


Рис. 2.31. Графики зависимостей средних баллов студентов по всем дисциплинам за время обучения в вузе от средних баллов ЕГЭ (вверху – суммарно по двум профильным предметам, внизу – суммарно по математике и физике). Засечки отложены на уровнях среднеквадратических отклонений

Из графиков видно, что в целом между оценками в вузе и баллами ЕГЭ наблюдается положительная корреляционная связь, особенно заметная среди студентов, имеющих за ЕГЭ более 160 баллов. Если студент имеет за ЕГЭ менее 160 баллов, то связь между

средним баллом по дисциплинам и баллом ЕГЭ практически отсутствует.

В табл. 2.11 приведены коэффициенты корреляции между баллами ЕГЭ и баллами за дисциплины различных модулей.

Таблица 2.11. Коэффициенты корреляции между баллами ЕГЭ и баллами за дисциплины различных модулей

Модуль	Балл ЕГЭ по двум профильным предметам	Балл ЕГЭ по математике и физике
ЕНМ	0,35	0,44
ГМ	0,15	0,17
ОПМ	0,17	0,16
ПМ	0,15	0,17
Все	0,26	0,34

Все коэффициенты корреляции являются значимыми ($p \approx 0$ по тесту Стьюдента).

Наибольшая корреляционная связь наблюдается между суммарным баллом ЕГЭ по математике и физике и средним баллом за дисциплины естественно-научного модуля, наименьшая связь – между суммарным баллом ЕГЭ по двум профильным предметам и средним баллом за дисциплины гуманитарного и профессионального модулей.

На рис. 2.32 показана диаграмма рассеяния регионов по баллам ЕГЭ и средним баллам за предметы всех модулей.

Из диаграммы видно, что студенты из некоторых регионов имеют высокий балл ЕГЭ, но при этом не самую высокую успеваемость. Например, студенты из Татарстана (регион 16) и Свердловской обл. (регион 66) имеют высокие баллы ЕГЭ, но при этом уступают студентам из Липецкой обл. (регион 48) и Тульской обл. (регион 71), которые имеют более низкие баллы ЕГЭ. Наихудшие баллы ЕГЭ и успеваемость – у студентов из Московской обл. и Москвы (регионы 50 и 77 соответственно).

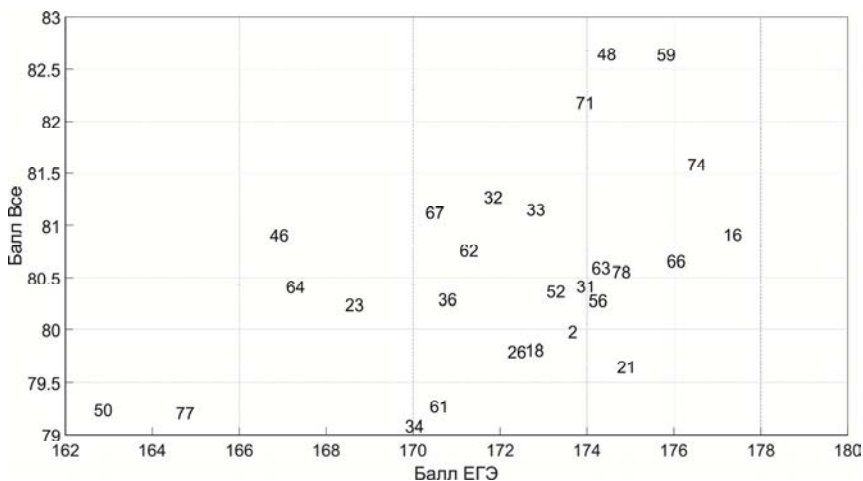


Рис. 2.32 Диаграмма рассеяния регионов по баллам ЕГЭ (суммарно по двум профильным предметам) и средним баллам за предметы всех модулей. Каждая точка соответствует региону

На рис. 2.33 показана диаграмма рассеяния типов школ по средним баллам ЕГЭ и средним баллам по предметам всех предметных модулей.

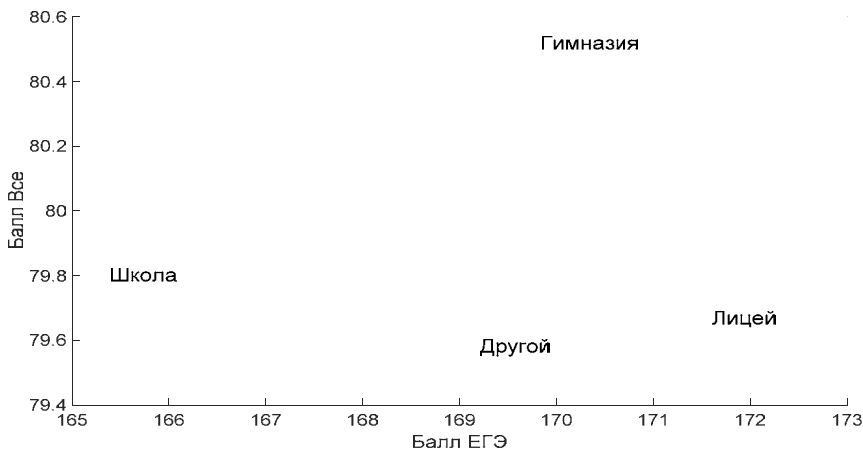


Рис. 2.33. Диаграмма рассеяния типов школ по баллам ЕГЭ (суммарно по двум профильным предметам) и средним баллам за предметы всех модулей

Из диаграммы видно, что наибольший суммарный балл ЕГЭ у выпускников лицеев, при этом наилучшая успеваемость в вузе у выпускников гимназий.

2.5.4. Анализ влияния школьной медали с отличием на успеваемость

В табл. 2.12 представлены средние баллы медалистов и немедалистов по предметам различных предметных модулей. Расчет разности проводился двумя способами: попредметно и подушно. При попредметном расчете из среднего значения баллов медалистов по предметам модуля вычиталось среднее значение баллов немедалистов по предметам модуля. При подушном расчете вначале рассчитывались средние баллы по предметам модуля для каждого студента, после чего из среднего балла медалистов вычитался средний балл немедалистов (см. раздел 2.1).

На рис. 2.34 показаны разности средних баллов медалистов и немедалистов по предметам различных предметных модулей за время обучения в вузе.

На рис. 2.35, 2.36 приведены подушечные распределения баллов медалистов и немедалистов по предметам различных предметных модулей.

Таблица 2.12. Средние баллы медалистов и немедалистов по предметам различных предметных модулей

Модуль	Балл немедалистов (среднее \pm с.к.о.)		Балл медалистов (среднее \pm с.к.о.)	
	попредметно	подушно	попредметно	подушно
ЕНМ	73,75 \pm 10,89	73,08 \pm 6,62	77,83 \pm 11,11	77,55 \pm 6,97
ГМ	81,79 \pm 11,63	82,29 \pm 6,59	85,42 \pm 10,66	86,13 \pm 5,58
ОПМ	82,03 \pm 11,79	81,00 \pm 7,62	85,16 \pm 11,03	84,41 \pm 6,99
ПМ	83,18 \pm 11,52	82,03 \pm 7,78	86,37 \pm 10,48	85,20 \pm 7,68
Все	79,20 \pm 12,10	78,29 \pm 5,72	82,71 \pm 11,52	82,26 \pm 5,42

*Все разности баллов медалистов и немедалистов значимы по критерию Манна-Уитни ($p \approx 0$).

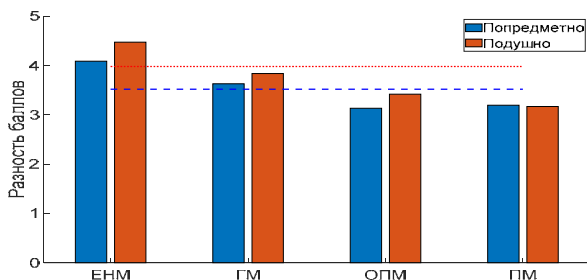


Рис. 2.34. Разности средних баллов медалистов и немедалистов по предметным модулям. Левые столбики – для попредметного расчета, правые столбики – для подушевого расчета. Пунктирная линия проведена на уровне средней попредметной разности баллов по предметам всех модулей, точечная линия – на уровне средней подушевой разности

Средний балл медалистов превышает средний балл немедалистов по предметам всех модулей (все различия значимые, $p \approx 0$ по критерию Манна-Уитни). Наибольшее различие – по предметам естественно-научного модуля, наименьшее – по предметам профессионального модуля. Отметим, что попредметный и подушевой способы расчета показывают примерно схожую картину, однако, при подушесвом способе расчета различие в баллах немного больше, чем при попредметном способе расчета, особенно для ЕНМ.

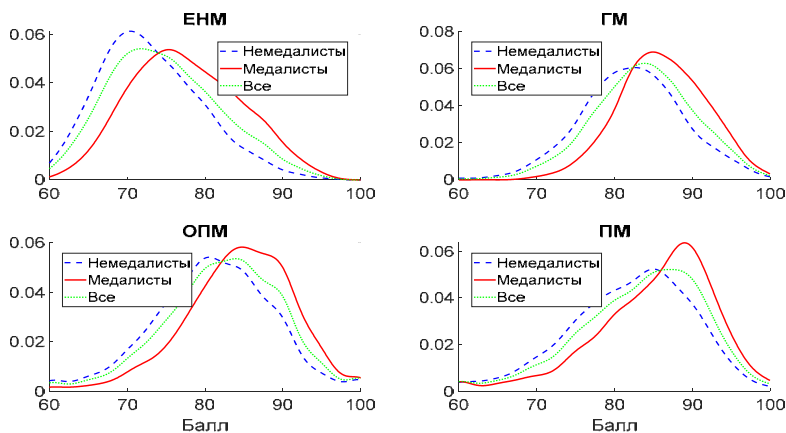


Рис. 2.35. Распределения баллов медалистов и немедалистов по предметам различных модулей. Графики сгруппированы по предметным модулям

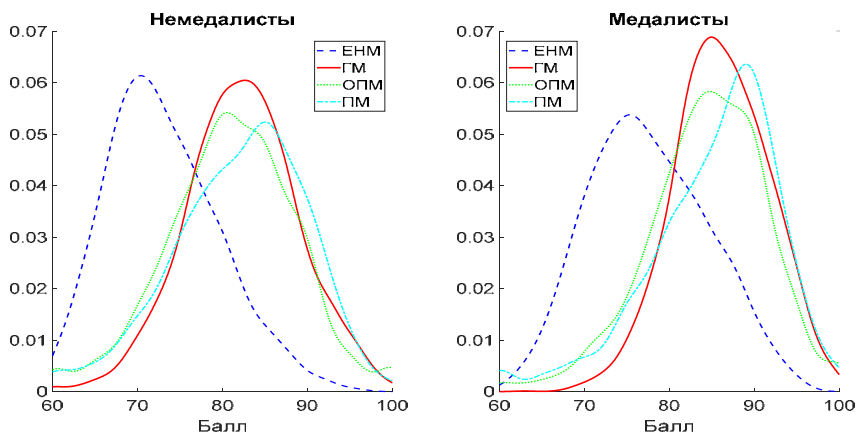


Рис. 2.36. Распределения баллов медалистов и немедалистов по предметам различных модулей. Графики сгруппированы по фактору наличия медали

Из графиков распределений видно, что по каждому предметно-модулю распределение баллов медалистов смещено вправо, т.е. медалисты превосходят немедалистов.

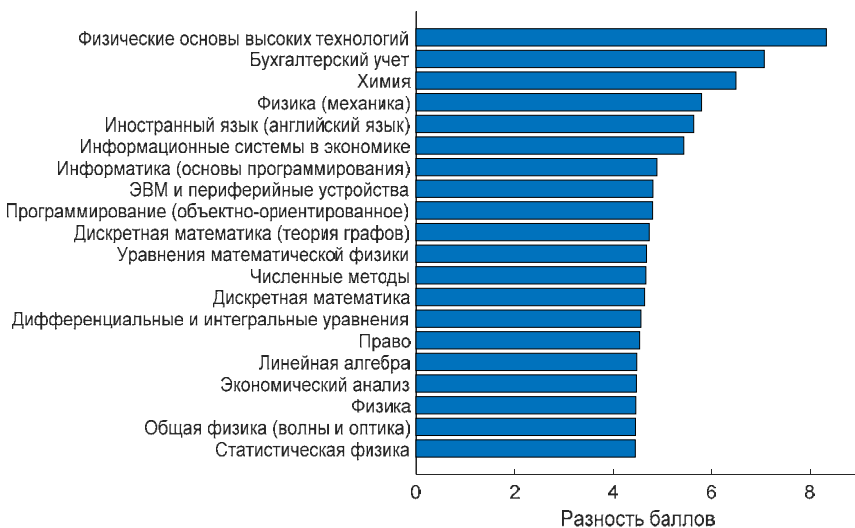


Рис. 2.37. Различия в средних баллах медалистов и немедалистов по учебным дисциплинам. Предметы отсортированы в порядке уменьшения различий. Все различия значимые ($p < 10^{-5}$ по критерию Манна-Уитни)

На рис. 2.37 показаны дисциплины, по которым наблюдается наибольшее различие между медалистами и немедалистами. Редкие дисциплины (с числом обучавшихся студентов за все годы менее 500 человек) исключены из рассмотрения.

Медалисты превосходят немедалистов в основном по естественно-научным предметам, а также по некоторым гуманитарным предметам (бухгалтерский учет, иностранный язык, право). Среди рассматриваемых предметов отсутствуют предметы, по которым существовало бы значимое превышение баллов немедалистов над баллами медалистов, что позволяет заключить, что наличие медали является индикатором более сильной довузовской подготовки в целом.

2.5.5. Исследование динамики баллов медалистов

На рис. 2.38 показана динамика средних баллов медалистов и немедалистов в зависимости от года поступления в вуз.

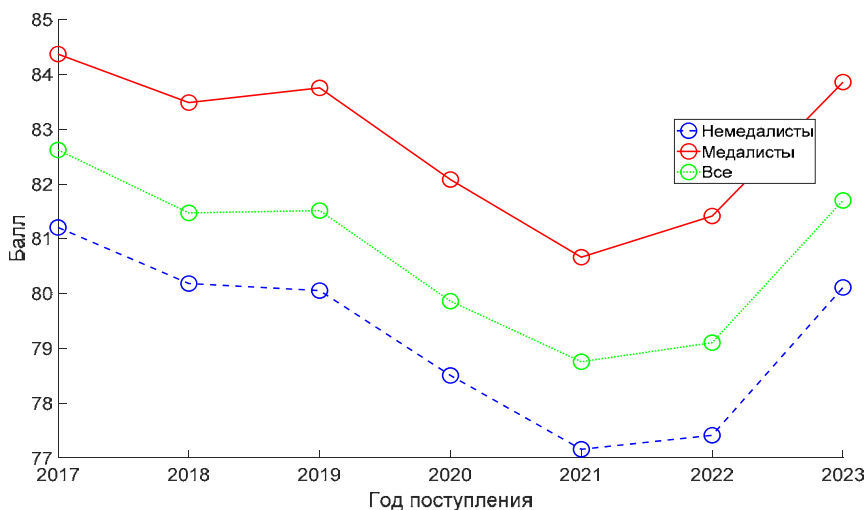


Рис. 2.38. Динамика средних баллов медалистов и немедалистов по всем предметам за время обучения в вузе (по оси абсцисс – год поступления в вуз)

В период 2017–2021 гг. как немедалисты, так и медалисты демонстрируют негативную динамику. Увеличение среднего балла в 2022–2023 гг., вероятно, связано с тем, что студенты 2022 года набора проучились только два года, а студенты 2023 года набора – только один год на момент проведения исследования. Также можно заметить, что баллы медалистов и немедалистов демонстрируют схожую динамику на протяжении всего рассматриваемого периода.

На рис. 2.39 показана динамика изменения среднего балла студентов в зависимости от семестра обучения.

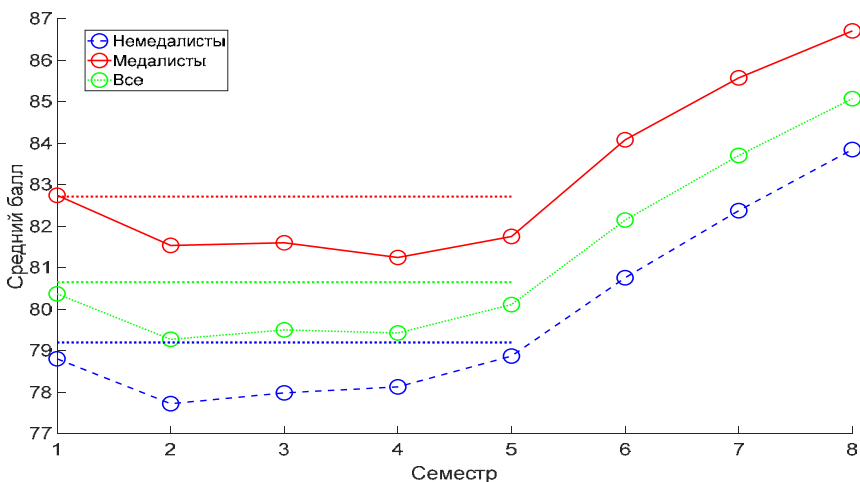


Рис. 2.39. Динамика средних баллов медалистов и немедалистов в зависимости от семестра обучения (по всем предметам за все годы набора, использовался попредметный способ расчета). Пунктирные линии проведены на уровнях средних баллов медалистов, немедалистов и всех студентов за все семестры обучения

Из графиков можно заметить следующее:

- баллы медалистов и немедалистов демонстрируют схожую динамику по семестрам, отличие только в том, что средний балл медалистов смещен вверх;
- динамика баллов как у медалистов, так и у немедалистов практически отсутствует в течение первых пяти семестров обучения, после чего начинается рост среднего балла у обеих категорий студентов;

– средний балл студентов на младших курсах (на каждом из первых пяти семестров) ниже среднего балла за все время обучения (для медалистов – около 82,8, для немедалистов – около 79,2), а на старших курсах (после пятого семестра) – выше;

– различие в средних баллах медалистов и немедалистов на первых семестрах выше, чем на последних семестрах;

– наблюдается адаптационный спад на 2-м семестре как у медалистов, так и у немедалистов.

Особенности обучения в НИЯУ МИФИ едины для всех: трудно учиться на первых пяти семестрах. На старших курсах к оценке успеваемости подключаются заказчики курсов, курсы становятся более специализированными, и уровень подготовки на младших курсах обеспечивает успешное освоение профильных предметов.

2.5.6. Влияние региона и типа школы на баллы медалистов

На рис. 2.40 приведены диаграммы рассеяния регионов по средним баллам медалистов и немедалистов за предметы различных предметных модулей.

Из диаграмм видно, что практически во всех регионах медалисты превосходят немедалистов по предметам ЕНМ, ОПМ и ГМ. Также можно заметить, что медалисты в отдельных регионах уступают немедалистам из других регионов, например, медалисты из Ростовской обл. (регион 61) уступают немедалистам из Татарстана (регион 16) по предметам ЕНМ. По предметам ОПМ немедалисты из Санкт-Петербурга (регион 78) и Татарстана оказываются лучше, чем медалисты из Волгоградской обл. (регион 34). По предметам ПМ немедалисты из Рязанской обл. (регион 62) оказываются лучше, чем практически все медалисты.

Таким образом, можно сделать вывод, что регионы различаются в эффективности школьной системы работы с медалистами, и в отдельных случаях регион является более важным фактором академической успеваемости, чем наличие медали. Вероятно, медаль отражает академические успехи внутри конкретной региональной школьной системы, но не всегда является сопоставимым индикатором успеваемости между регионами.

На рис. 2.41 показана диаграмма рассеяния регионов по средним баллам медалистов и немедалистов по всем предметным модулям.

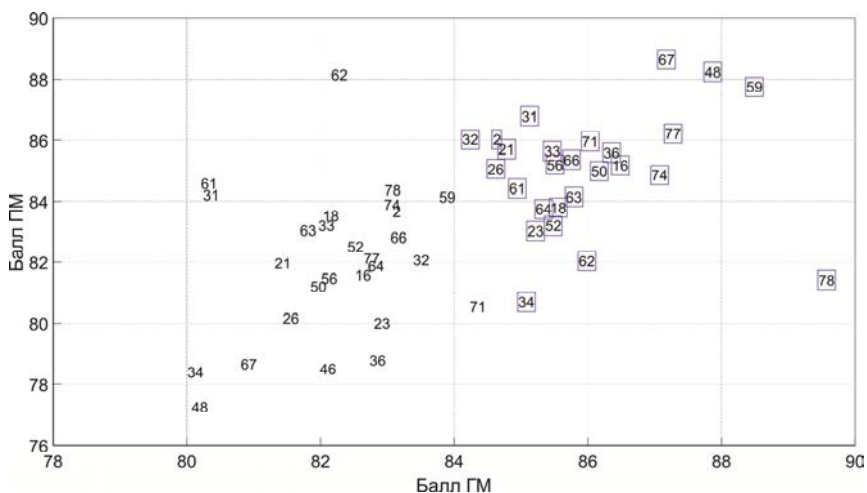
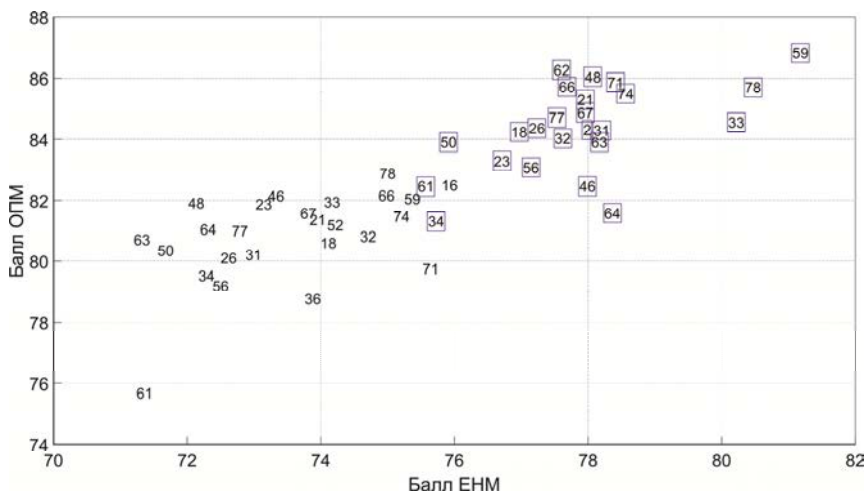


Рис. 2.40. Диаграммы рассеяния регионов по средним баллам медалистов и немедалистов за предметы различных предметных модулей. Каждая точка соответствует региону. Номера регионов без рамки соответствуют баллам немедалистов, номера в рамке – баллам медалистов

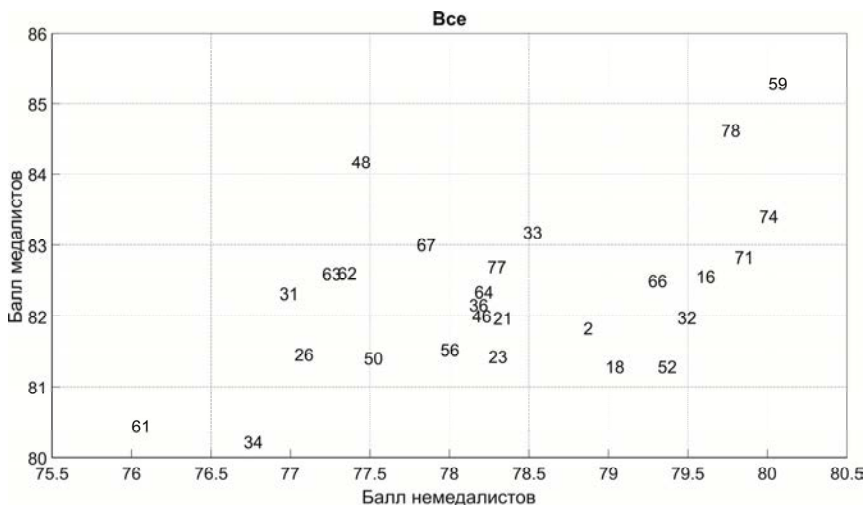


Рис. 2.41. Диаграмма рассеяния регионов по средним баллам медалистов и немедалистов по всем предметным модулям. Каждая точка соответствует региону

Из диаграммы видно, что студенты (как медалисты, так и немедалисты) из Пермского края (регион 59) и Санкт-Петербурга (регион 78) демонстрируют самую высокую успеваемость, а студенты из Волгоградской обл. (регион 34) и Ростовской обл. (регион 61) – самую низкую. Сопоставляя средние баллы в разрезе регионов для всех студентов (см. рис. 2.28) и для медалистов и немедалистов, можно сделать следующие выводы:

- высокий средний балл студентов из Липецкой области (регион 48) обусловлен двумя факторами: значительной долей медалистов в выборке и их выдающейся успеваемостью. Однако успеваемость немедалистов из этого региона ниже среднего значения по всем регионам;

- хорошие показатели студентов из Пермского края объясняются стабильно высокой успеваемостью в обеих группах — и медалистов, и немедалистов;

- средняя успеваемость студентов из Москвы является одной из самых низких среди всех регионов, однако, успеваемость медалистов из Москвы находится на уровне средней успеваемости медалистов вуза, и успеваемость немедалистов из Москвы находится на

уровне средней успеваемости немедалистов вуза. Этот результат связан с сильной диспропорцией доли студентов и медалистов из Москвы (рис. 2.8 и 2.15).

На рис. 2.42 показаны средние баллы медалистов и немедалистов по предметам различных модулей (за все время обучения в вузе) в разрезе типа школы.

Медалисты превосходят немедалистов по всем предметным модулям. Также можно заметить, что по предметам профессионального модуля различие между медалистами и немедалистами проявляется сильнее у студентов, обучавшихся в гимназиях, чем у студентов, обучавшихся в школах других типов.

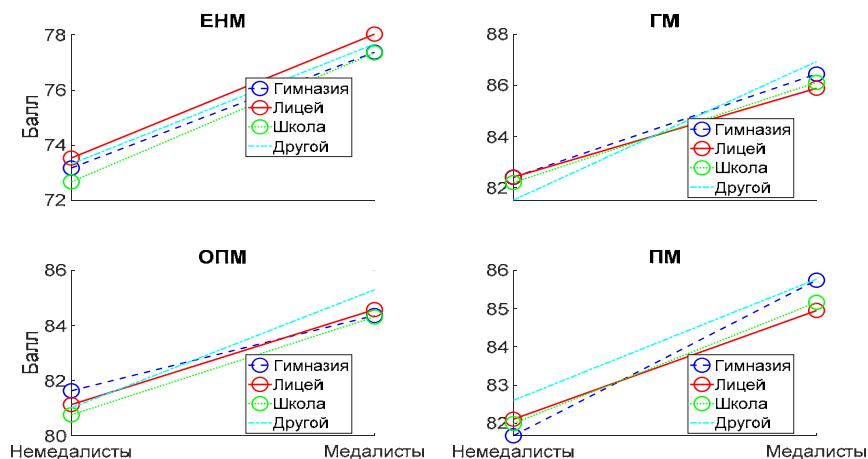


Рис. 2.42. Средние баллы медалистов и немедалистов по предметам различных модулей (за все время обучения в вузе) в разрезе типа школы

Исследование выявило, что средний балл студентов остается примерно постоянным до 5-го семестра, после чего демонстрирует устойчивый рост. Это явление можно объяснить совокупностью факторов. Первые два с половиной года обучения являются периодом адаптации к вузу и освоения фундаментальных, зачастую более сложных дисциплин, которые нивелируют начальные различия в подготовке. Кроме того, к 5-му семестру часть студентов с наиболее низкой успеваемостью отчисляется, что повышает общий средний балл оставшейся, более мотивированной и успешной вы-

борки. Значимую роль играет и переход на старших курсах к изучению профильных дисциплин, которые больше совпадают с интересами и карьерными устремлениями студентов, что естественным образом повышает мотивацию и результативность. Меняется и формат контроля: если на младших курсах преобладают экзамены по фундаментальным наукам, то на старших – проектная деятельность и курсовые работы, где легче получить высокий балл благодаря практическим навыкам и системной работе, причем оценка за практику нередко ставится с учетом мнения более лояльного работодателя.

Интересно, что успеваемость в вузе по-разному коррелирует с результатами ЕГЭ. Статистическая связь между средним баллом за учебные дисциплины и баллом ЕГЭ практически отсутствует при результатах ниже 160 и проявляется только выше этого порога. Вероятно, балл ЕГЭ около 160 является неким достаточным уровнем базовых знаний для освоения программы. Студенты с результатами ниже этого порога сталкиваются со значительными трудностями, и их успеваемость начинает в большей степени зависеть от таких факторов, как мотивация, работоспособность и адаптивность, а не от исходного балла. В то же время высокие баллы ЕГЭ, особенно выше 90 по предмету, отражают не только глубокие знания, но и развитые навыки – внимательность, стрессоустойчивость, умение решать нестандартные задачи, – которые напрямую влияют на успешность в вузе, что и создает наблюдаемую корреляцию в верхней части шкалы.

В ходе анализа были обнаружены существенные региональные различия в успеваемости. Например, студенты из Липецкой области, Пермского края и Тульской области демонстрируют стабильно высокие результаты. Очевидно, что студенты, приехавшие в столичный вуз из других регионов, часто являются более мотивированными, так как их поступление было осознанным шагом, сопряженным с переездом и жизнью в общежитии. Кроме общей целеустремленности, высокие результаты выпускников из этих регионов можно объяснить наличием сильных специализированных школ, которые дают глубокую, структурную подготовку, лучше формирующую навыки, необходимые в ведущем инженерном вузе, чем просто «натаскивание» на ЕГЭ. Также работает селективный эффект: в МИФИ из этих регионов поступает, как правило, узкая

группа самых сильных и амбициозных выпускников, тогда как из Москвы и области набор более массовый и разнородный. При этом некоторые регионы, такие как Республика Татарстан и Свердловская область, демонстрируют парадокс: их абитуриенты имеют высокий балл ЕГЭ, но не самую высокую успеваемость в вузе. Вероятно, в этих регионах развита система интенсивной подготовки к ЕГЭ, которая позволяет достигать формально высоких результатов на экзамене, но не формирует в достаточной степени глубокого системного мышления и навыков самостоятельной работы, критически важных для учебы в инженерном университете. Обратную ситуацию мы видим у студентов из Владимирской и Брянской областей, которые, имея относительно невысокий балл ЕГЭ, показывают довольно высокую успеваемость в вузе. Вероятно, эти студенты не имели доступа к ресурсам для максимизации балла ЕГЭ, но обладают достаточным внутренним потенциалом, мотивацией и трудолюбием, которые раскрываются уже в процессе университетского обучения. Их способности к самоорганизации и самостоятельной работе компенсируют возможные пробелы в школьных знаниях. Здесь мы видим эффект, когда натренированность на ЕГЭ может маскировать истинный уровень способностей студентов. Удивительно, но наихудшую успеваемость демонстрируют в ходе обучения в университете студенты из Москвы и Московской области (неолимпиадники). Для многих из них поступление в МИФИ не связано с кардинальной сменой среды и образа жизни, что может снижать уровень мотивации и ответственности по сравнению с иногородними студентами, для которых переезд стал осознанным и трудным шагом. Кроме того, вузы Москвы имеют больший и более разнородный по способностям и мотивации набор из своего региона, в то время как из других областей пробиваются лишь самые сильные и целеустремленные абитуриенты. Следует учитывать, что студенты, живущие дома, также могут быть больше подвержены отвлекающим факторам, таким как работа и социальная жизнь, в отличие от студентов в общежитиях, более погруженных в академическую среду.

Анализ успеваемости медалистов и немедалистов также выявляет интересные закономерности, которые объясняются как общими для всех студентов процессами, так и спецификой их начальной подготовки. Прежде всего, динамика успеваемости обеих групп по

годам поступления демонстрирует схожую траекторию, что указывает на преобладание общесистемных факторов. На учебные результаты в значительно большей степени влияют общие для всех изменения: корректировки образовательных программ, качество преподавания и, что особенно важно, внешние обстоятельства. Ярким примером служит пандемия 2020 года, вызвавшая резкий рост средних баллов при переходе на дистанционный формат с последующим спадом после возвращения к обычному режиму. Поскольку эти факторы воздействуют на всю студенческую популяцию единообразно, они нивелируют потенциальные различия между медалистами и немедалистами, создавая синхронную динамику. Эта синхронность сохраняется и при рассмотрении динамики по семестрам обучения, что подчеркивает универсальность учебного процесса.

Структура учебного плана, объективная сложность дисциплин в разные периоды и единая система оценивания создают общее для всех академическое поле. Адаптационные трудности на младших курсах, связанные с освоением фундаментальных и зачастую более формализованных дисциплин, равно как и облегчение обучения на старших курсах благодаря специализации и эффекту «естественного отбора» после отчисления менее успевающих студентов, – это универсальные вызовы и преимущества, в равной степени затрагивающие обе группы. Однако изначальное различие между группами существует. На первых семестрах разрыв в успеваемости между медалистами и немедалистами наиболее заметен, но к старшим курсам он сокращается. Это связано с процессом «выравнивания» компетенций. Первоначальный успех сильно зависит от школьного багажа и сформированных до вуза учебных привычек, где медалисты имеют очевидное преимущество. Однако со временем все студенты – и медалисты, и немедалисты – осваивают необходимые для вуза компетенции: умение работать с информацией, готовиться к экзаменам университетского типа и писать проектные работы. Таким образом, по мере обучения вузовские знания и навыки начинают играть большую роль, чем школьные, что закономерно снижает изначальное преимущество медалистов.

Региональный срез анализа показывает, что соотношение успеваемости медалистов и немедалистов неодинаково в разных субъектах РФ, и это раскрывает особенности местных образовательных

систем. В таких регионах, как Пермский край, обе группы демонстрируют высокую успеваемость. Это говорит о качестве региональной системы образования в целом, которая обеспечивает глубокую и структурную подготовку всем выпускникам, независимо от их статуса. Иная ситуация наблюдается в регионах, подобных Ростовской области, где и медалисты, и немедалисты показывают сравнительно низкие результаты. Это может указывать либо на системные проблемы в образовании, которые затрагивают всех школьников и приводят к их меньшей готовности к обучению в ведущем инженерном вузе, либо на проблемы привлечения ярких подготовленных абитуриентов из данного региона.

Наиболее показателен третий сценарий, реализующийся, например, в Липецкой области, где медалисты имеют высокую успеваемость, а немедалисты – низкую. Эта модель характерна для регионов с селективной и неравномерной системой образования. В таких субъектах может существовать одна-две очень сильные школы (например, лицей при вузе или опорная школа крупного предприятия), которые целенаправленно готовят будущих абитуриентов МИФИ и где концентрируются медалисты. В то же время массовые школы региона дают посредственную подготовку. Это создает значительную дистанцию между лучшими выпускниками региона и остальными, что и отражается в резком контрасте их вузовской успеваемости.

2.6. Исследование влияния довузовских факторов на внеучебные достижения

Внеучебные достижения – это результаты активности студента вне рамок учебного плана, которые не оцениваются напрямую контрольными мероприятиями по дисциплинам, но вносят вклад в профессиональное или личностное развитие студента и подтверждают его компетенции. Факт наличия внеучебных достижений, их количество и суммарный рейтинг являются, наряду с баллами за учебные дисциплины, метриками академической успеваемости студента (см. разд. 2.1).

На данном этапе проводится исследование статистической связи между *дovuзовскими факторами*, как внешними (регион и тип школы), так и факторами довузовской академической успеваемости

(школьная медаль с отличием, баллы за ЕГЭ), и *наличием внеучебных достижений* различных типов (профессиональные, научные, общественные). Также исследуется связь внеучебных достижений с баллами за учебные дисциплины различных предметных модулей. Особое внимание уделяется фактору наличия школьной медали с отличием и исследованию его влияния на внеучебные достижения.

2.6.1. Описательная статистика метрик внеучебных достижений

Распределение студентов по фактору наличия внеучебных достижений показано на рис. 2.43. Среди выборки из 7034 студентов – 1331 (18,9 %) имеют какие-либо достижения и 5703 (81,1 %) не имеют.

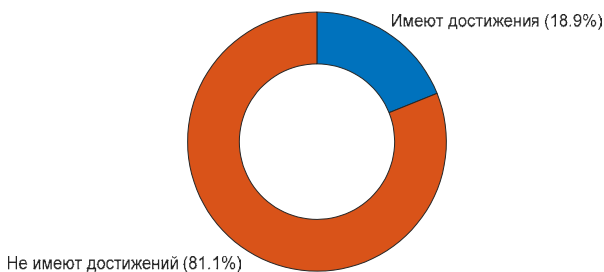


Рис. 2.43. Распределение студентов по наличию внеучебных достижений

Всего достижений у студентов из рассматриваемой выборки – 15152. Распределение достижений по типам (профессиональные, научные, общественные) показано на рис. 2.44.

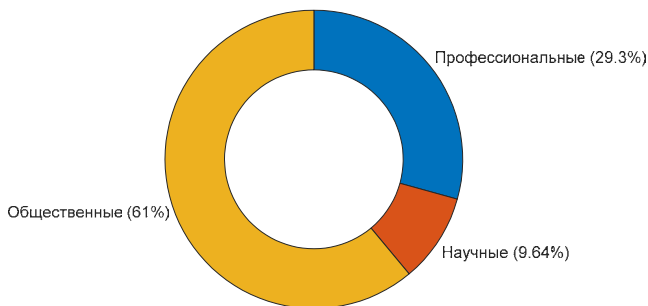


Рис. 2.44. Распределение достижений по типам

На рис. 2.45 показано распределение студентов, имеющих какие-либо достижения (назовем таких студентов активными), по количеству типов достижений (для каждого типа имеется хотя бы одно достижение).

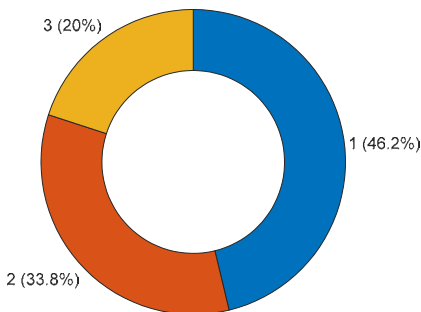


Рис. 2.45. Распределение студентов, имеющих какие-либо достижения, по количеству типов достижений

Из этого распределения видно, что среди активных студентов большинство имеет достижения только одного типа (профессиональные, научные или общественные), а 20 % активных студентов имеют достижения всех трех типов.

На рис. 2.46 показаны распределения активных студентов по числу достижений и по суммарному рейтингу достижений.

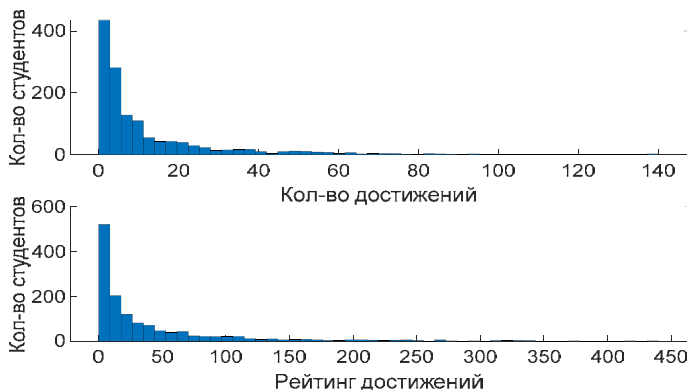


Рис. 2.46. Распределение активных студентов по числу достижений (вверху) и суммарному рейтингу достижений (внизу)

Из этих распределений видно, что наибольшее число достижений у активных студентов – одно-два, однако, встречаются также выдающиеся студенты, имеющие более 100, и даже более 140 достижений.

На рис. 2.47 показана динамика количества активных студентов по годам и числа их достижений.

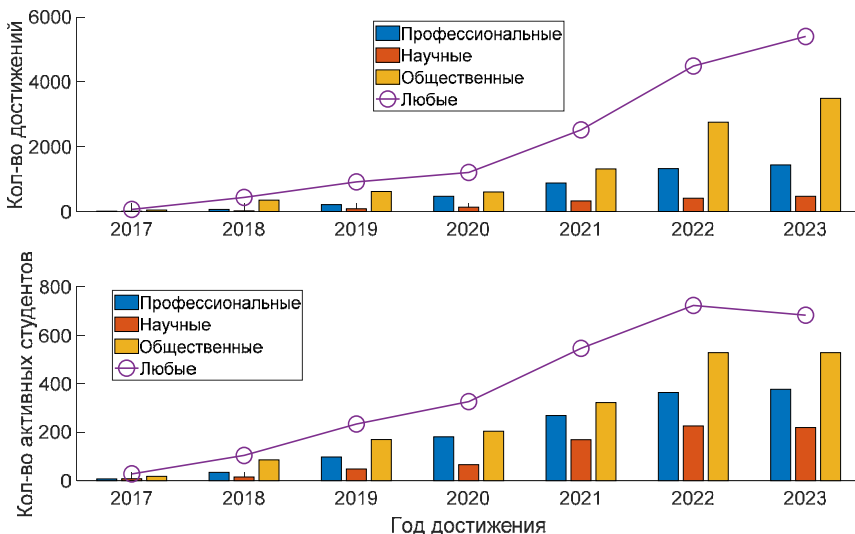


Рис. 2.47. Динамика количества активных студентов (вверху) и числа их достижений (внизу) по годам

Из рис. 2.47 видно, что число активных студентов и число достижений имеет тенденцию к увеличению. Это связано с тем, что достижения каждого года складываются из достижений студентов всех курсов (например, достижения 2017 года относятся к студентам набора 2017 года, а достижения 2020 года получены студентами всех годов набора до 2020 года включительно). Небольшой спад числа активных студентов в 2023 году, вероятно, объясняется выбытием активных студентов в связи с окончанием вуза и недостаточным их замещением новыми активными студентами.

На рис. 2.48 показана динамика количества активных студентов и числа их достижений по годам поступления студентов в вуз.

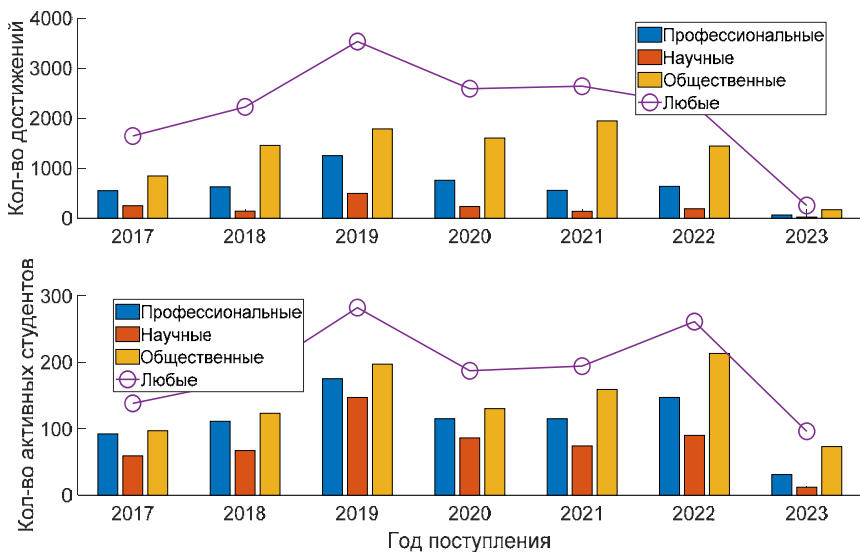


Рис. 2.48. Динамика количества активных студентов (вверху) и числа их достижений (внизу) по годам поступления студентов в вуз

Из рис. 2.48 видно, что число активных студентов, поступивших в вуз в 2019 году, максимально. Также много активных студентов среди набора 2022 года. Спад числа активных студентов в наборе 2023 года, вероятно, связан с тем, что на момент проведения исследования эти студенты отучились только два семестра и еще не успели проявить свою активность.

2.6.2. Влияние региона и типа школы на внеучебные достижения студентов

На рис. 2.49 показаны доли студентов, имеющих достижения различных типов, в разрезе регионов (отношения числа активных студентов из региона к общему числу поступивших студентов из региона).

Наибольшая доля активных студентов, имеющих достижения любого типа, – среди студентов из Свердловской обл. и Челябинской обл., наименьшая доля – среди студентов из Ростовской обл., Московской обл. и из Москвы.

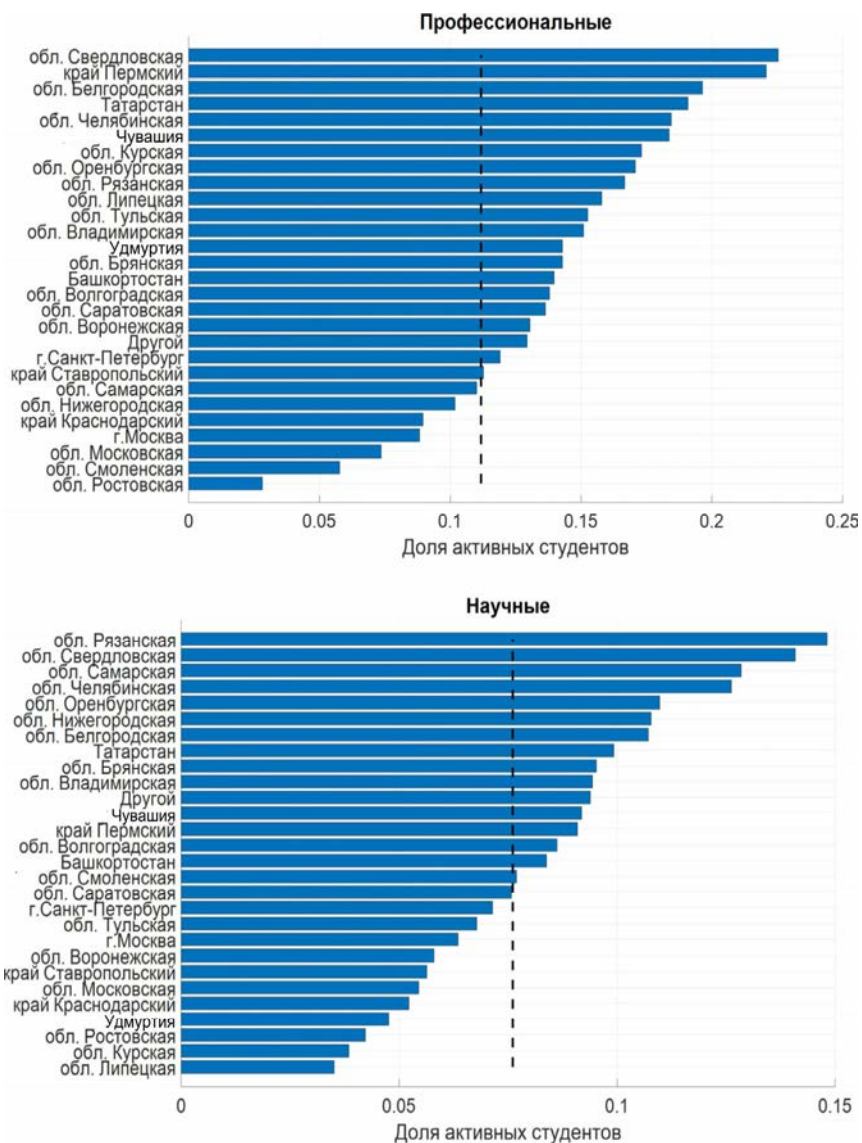


Рис. 2.49. Доли активных студентов в разрезе регионов. На каждой диаграмме вертикальная пунктирная линия проведена на уровне средней доли студентов, имеющих достижения соответствующего типа, среди всех студентов (начало)

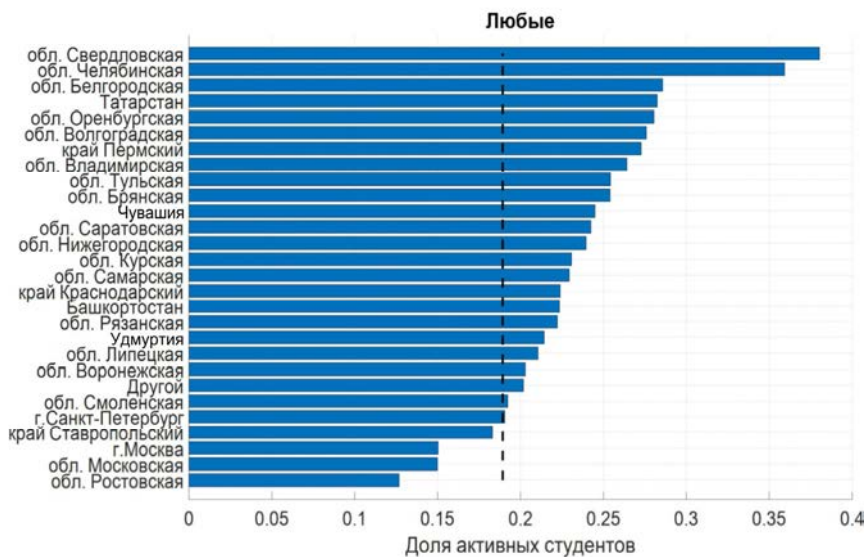
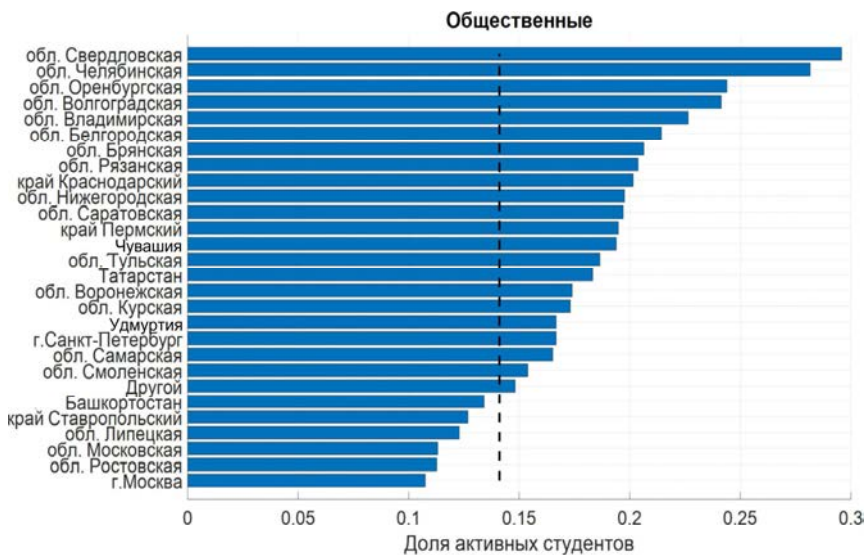


Рис. 2.49. Окончание

На рис. 2.50 показаны доли студентов, имеющих достижения различных типов, в разрезе типов школ (отношения числа активных студентов к общему числу поступивших студентов для каждого типа школы).

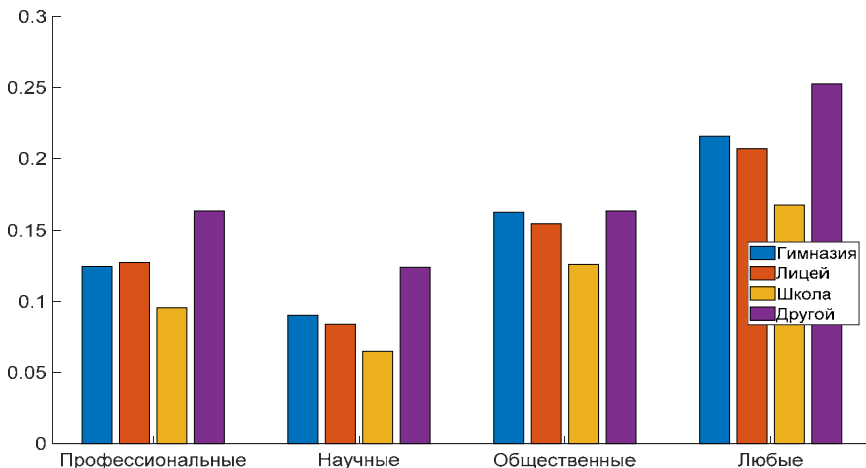


Рис. 2.50. Доли активных студентов в разрезе типов школ

Для каждого типа достижений доля активных студентов-выпускников школ типа «Другой» (колледж, вуз, техникум, центр образования и пр.) наибольшая, т.е. среди поступивших выпускников этих школ наибольший процент активных студентов. Наименьший процент активных студентов – среди выпускников общеобразовательных школ. Доли активных студентов, поступивших из лицеев и гимназий, примерно одинаковые.

2.6.3. Взаимосвязь баллов ЕГЭ, наличия школьной медали с отличием и активности студента

На рис. 2.51 приведены результаты сравнения средних баллов ЕГЭ активных студентов и студентов, не имеющих внеучебных достижений.

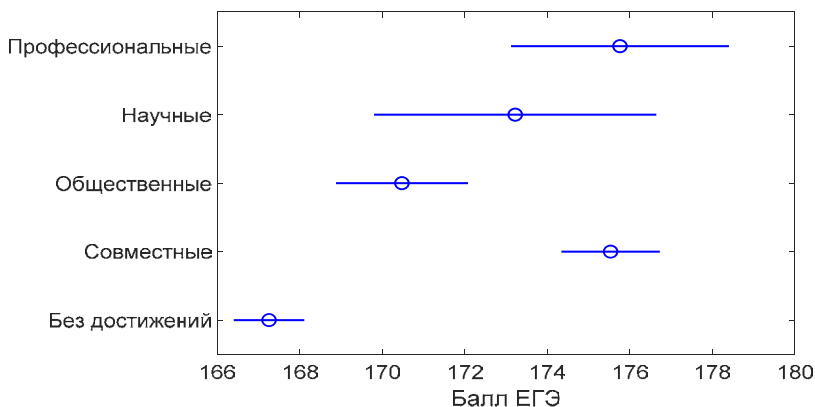


Рис. 2.51. Средние баллы ЕГЭ (суммарно по двум профильным предметам) для следующих категорий студентов: имеющих только профессиональные достижения, только научные достижения, только общественные достижения, имеющих достижения более одного типа (совместные) и не имеющих достижений. Показаны средние баллы и доверительные интервалы для них (скорректированные на множественные сравнения, уровень значимости 0,05)

Сопоставляя доверительные интервалы для различных категорий студентов, можно заметить, что:

- средний балл ЕГЭ студентов без достижений значимо ниже среднего балла ЕГЭ активных студентов (по любому типу достижений);
- средний балл ЕГЭ студентов, имеющих только общественные достижения, значимо ниже среднего балла ЕГЭ студентов, имеющих только профессиональные достижения;
- наибольший средний балл ЕГЭ имеют студенты, имеющие профессиональные достижения.

Таким образом, можно заключить, что балл ЕГЭ является значимым фактором активности студента во внеучебных достижениях любого типа.

На рис. 2.52 показано распределение доли активных студентов по баллам ЕГЭ в разрезе типов достижений (отношения числа активных студентов, имеющих суммарный балл ЕГЭ в заданном диапазоне, к общему числу поступивших студентов, имеющих суммарный балл ЕГЭ в этом диапазоне).

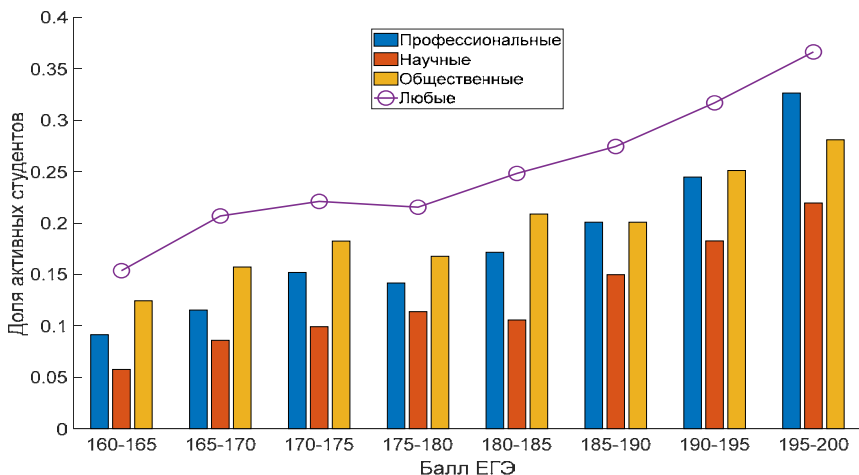


Рис. 2.52. Распределение доли активных студентов по среднему баллу ЕГЭ (суммарно по двум профильным предметам)

В целом, с увеличением балла ЕГЭ увеличивается доля активных студентов. Особенно заметна положительная связь, начиная со 175 баллов.

На рис. 2.53 показаны доли активных студентов среди медалистов, немедалистов и всех студентов в разрезе типов достижений (отношения числа активных медалистов, активных немедалистов и активных студентов к общему числу медалистов, немедалистов и всех поступивших студентов соответственно).

Среди медалистов доли активных студентов выше по любому типу достижений, чем среди немедалистов. Все различия между долями медалистов и немедалистов значимы ($p \approx 0$ по двухпропорциональному тесту). Наибольшее различие между процентом активных медалистов среди всех медалистов и процентом активных немедалистов среди всех немедалистов – по общественным достижениям. Таким образом, можно заключить, что наличие школьной медали с отличием является значимым позитивным фактором активности студента во внеучебных достижениях любого типа, особенно проявляющимся в общественных достижениях.

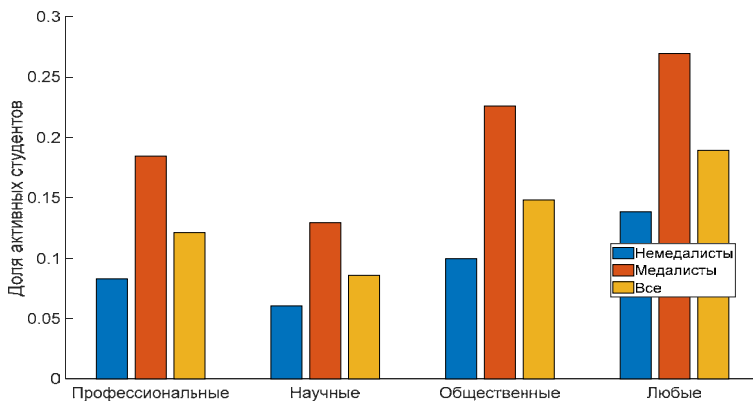


Рис. 2.53. Доли активных студентов среди медалистов, немедалистов и всех поступивших студентов

2.6.4. Взаимосвязь успеваемости по учебным дисциплинам и активности студента

На рис. 2.54 приведены результаты сравнения средних баллов по предметам различных предметных модулей активных студентов и студентов, не имеющих внеучебных достижений.

Можно сделать следующие выводы:

- студенты, имеющие достижения нескольких типов (категория «Совместные»), превосходят по всем предметным модулям остальных студентов как имеющих достижения, так и не имеющих достижений (значимо превосходят только по предметам ЕНМ и по всем предметам в совокупности);

- значимых различий в успеваемости активных студентов, имеющих только профессиональные и только научные достижения, не обнаружено ни по каким предметным модулям;

- студенты без достижений значимо уступают по предметам ЕНМ, ОПМ, ПМ любым студентам с достижениями.

Таким образом, между баллами за учебные дисциплины и наличием внеучебных достижений имеется статистическая связь: активные студенты имеют более высокие баллы по предметам всех предметных модулей.

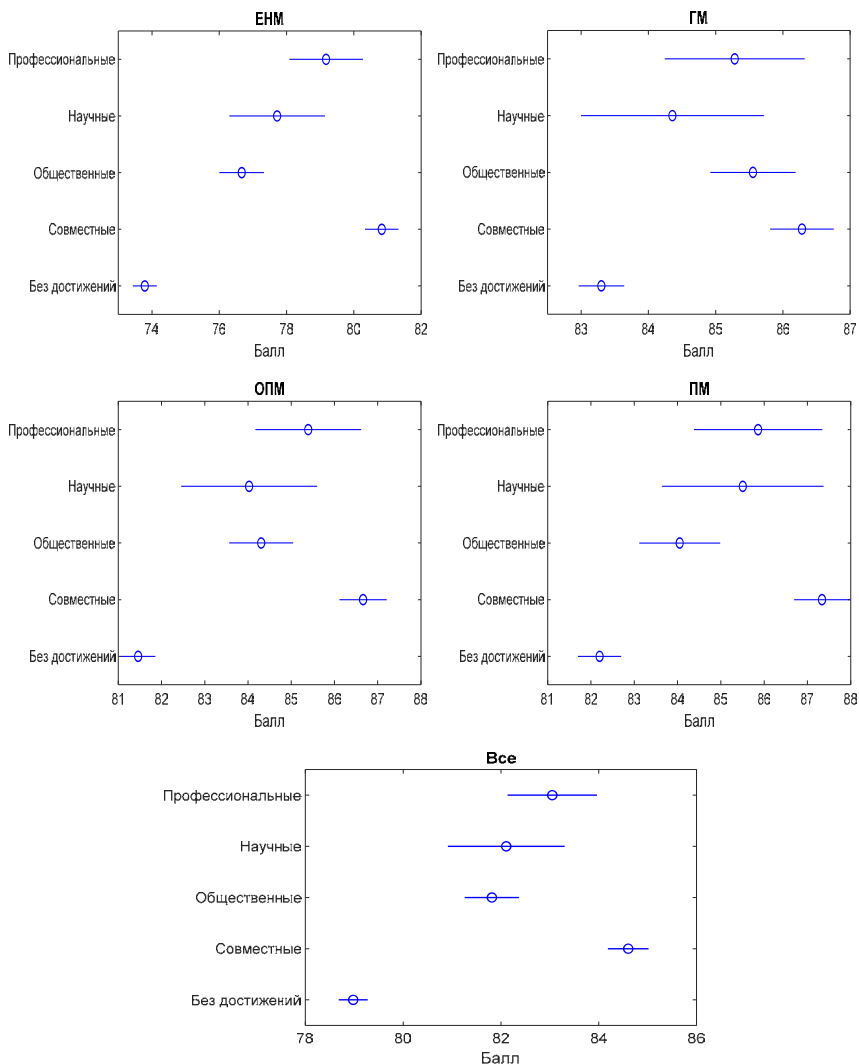


Рис. 2.54. Средние баллы по предметам различных предметных модулей для следующих групп студентов: имеющих только профессиональные достижения, только научные достижения, только общественные достижения, имеющих достижения более одного типа (совместные) и не имеющих достижений. Показаны средние баллы и доверительные интервалы для них (скорректированные на множественные сравнения, уровень значимости 0,05)

2.6.5. Анализ влияния школьной медали с отличием на активность и успеваемость студента

На рис. 2.55 показаны диаграммы рассеяния категорий студентов (без достижений и имеющих различные типы внеучебных достижений) по средним баллам за предметы различных предметных модулей среди медалистов и немедалистов.

Из диаграмм видно, что медалисты без достижений уступают немедалистам с профессиональными или совместными достижениями по предметам ЕНМ, ОПМ и ПМ. Медалисты без достижений также уступают по предметам ПМ немедалистам, имеющим научные достижения.

Анализ внеучебной активности студентов выявляет четкие закономерности, связывающие региональное происхождение, тип предыдущего образования и академические успехи с вовлеченностью в проектную, научную и общественную жизнь вуза. Наибольшая доля студентов с внеучебными достижениями концентрируется в Свердловской и Челябинской областях, что во многом объясняется их статусом мощных индустриальных и научных центров. Эти регионы, обладая сильными техническими традициями, создают среду, где с детства ценится техническое творчество и практическая реализация знаний. Студенты, приезжающие оттуда в столичный вуз, часто являются наиболее мотивированными представителями своих регионов, и их внеучебная активность становится закономерным продолжением целеустремленности и желания максимально реализовать свой потенциал. В противоположность этому, в Ростовской области, Московской области и Москве фиксируется наименьшая доля активных студентов. Для москвичей и жителей области огромный мегаполис предоставляет множество альтернативных возможностей для самореализации – от работы до разнообразных хобби – поэтому вузовские достижения не всегда становятся для них приоритетным каналом приложения сил. Кроме того, студенты, живущие дома, а не в общежитии обычно менее погружены в сплоченную академическую среду, которая служит главным источником информации о конкурсах и проектах. Что касается Ростовской области, то здесь, как показывают другие данные, могут сказываться системные проблемы в образовании, веду-

щие к снижению общей академической и внеучебной мотивации выпускников.

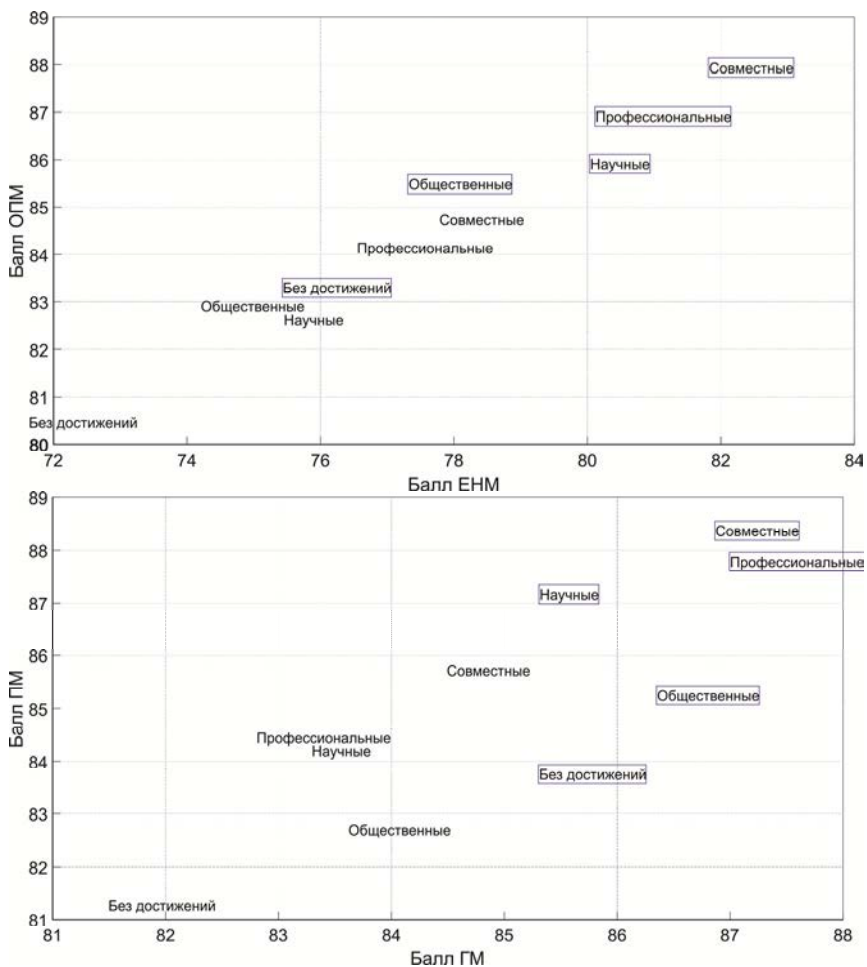


Рис. 2.55. Диаграммы рассеяния категорий студентов (имеющих только профессиональные достижения, только научные достижения, только общественные достижения, имеющих достижения более одного типа (совместные) и не имеющих достижений) по средним баллам за предметы различных предметных модулей. Названия категорий студентов без рамки соответствуют баллам немедалистов, названия в рамке – баллам медалистов

Наибольшая доля студентов с достижениями наблюдается среди выпускников учреждений типа «Другой» – колледжей, техникумов и центров образования. Это объясняется их сформированной профессиональной ориентацией и наличием практических навыков, что позволяет им легче включаться в проектную деятельность и инженерные конкурсы. Их образовательный путь, включающий осознанный выбор и смену траектории, говорит о высокой мотивации и целеустремленности, которые проецируются и на внеучебную активность. Кроме того, опыт обучения в системе среднего профессионального образования часто требует большей самостоятельности и самоорганизации – ключевых навыков для совмещения учебы с дополнительной активностью.

Прослеживается прямая связь между баллом ЕГЭ и внеучебной активностью: студенты с низкими баллами оказываются менее активными. Это объясняется ресурсной моделью: внеучебная деятельность требует значительных затрат времени и интеллектуальных сил. Студентам с низким ЕГЭ, не имеющим прочной базы, приходится тратить все ресурсы на то, чтобы «удержаться на плаву» в основной учебе, и у них просто не остается свободных мощностей для дополнительных достижений. В то же время высокий балл ЕГЭ часто коррелирует не только с знаниями, но и с личностными характеристиками – амбициозностью, самоорганизацией и стремлением к достижениям, которые и подталкивают студентов к активной деятельности.

Любопытная закономерность обнаруживается в структуре достижений медалистов и немедалистов. Наибольший разрыв между этими группами наблюдается в сфере общественных достижений. Школьная медаль является маркером не только академических успехов, но и социально одобряемого поведения, умения выстраивать отношения в формальных структурах. Медалисты, имея такой опыт еще со школы, естественно переносят этот паттерн в вуз, легко включаясь в работу студенческого самоуправления. Немедалисты же в школе могли быть более «свободными» от формальной социальной активности, и их достижения чаще концентрируются в сугубо профессиональной или научной сферах.

Наконец, студенты, имеющие достижения нескольких типов, стабильно превосходят по успеваемости тех, кто активен лишь в одной области. Эта группа представляет собой элиту студенчества,

обладающую исключительным уровнем внутренней энергии, самоорганизации и эффективности. Умение совмещать несколько видов деятельности без ущерба для учебы говорит о развитых «мягких навыках» – тайм-менеджменте, целеполагании, стрессоустойчивости. Более того, здесь работает эффект синергии: компетенции, приобретенные в одной области, усиливают результаты в другой. Например, опыт публичных выступлений на конференциях помогает в защите учебных проектов и общественной работе, создавая целостный профиль высокоэффективного и успешного студента.

Глава 3. Исследование влияния олимпиадного фактора на метрику академической успеваемости

3.1. Исследование связи довузовских факторов академической успеваемости с участием в олимпиадах

На данном этапе проводится анализ статистической связи довузовских успехов в олимпиадах (и поступления в вуз по результатам олимпиад) с наличием школьной медали, а также регионом и типом школы, в которой обучался студент до поступления в вуз. Исследуется влияние олимпиадного фактора на баллы ЕГЭ по различным предметам.

3.1.1. Описательная статистика по олимпиадникам

Распределение олимпиадников и неолимпиадников среди всех студентов вуза показано на рис. 3.1. Среди выборки из 7034 студентов – 1843 (26,2 %) олимпиадников и 5191 (73,8 %) неолимпиадников.

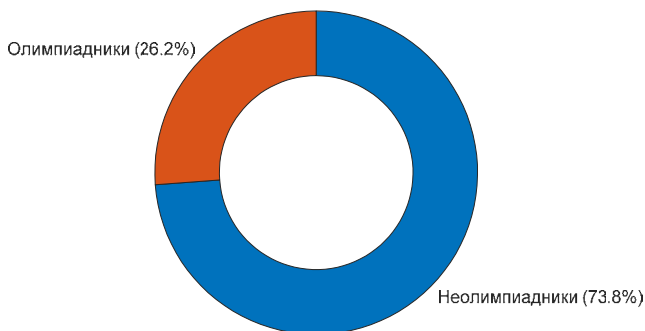


Рис. 3.1. Распределение студентов по наличию олимпиадного опыта

На рис. 3.2 показана динамика доли олимпиадников по годам набора. Из этой динамики видно, что в 2020 году наблюдалось резкое увеличение доли олимпиадников среди поступивших студентов. В остальные годы доля олимпиадников остается примерно стабильной на уровне 20–25 %.

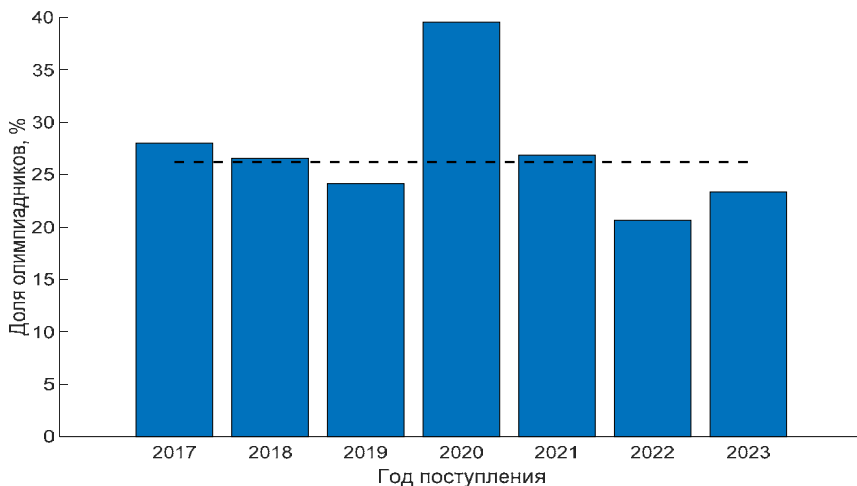


Рис. 3.2. Динамика доли олимпиадников по годам набора в вуз. Пунктирная линия проведена на уровне средней доли олимпиадников за рассматриваемый период

В табл. 3.1 показано совместное распределение олимпиадников и медалистов, а на рис. 3.3 – соотношение долей олимпиадников и медалистов.

Таблица 3.1. Совместное распределение олимпиадников и медалистов

	Неолимпиадники	Олимпиадники	Все
Немедалисты	3183	1123	4306
Медалисты	2008	720	2728
Все	5191	1843	7034

Из рис. 3.3 видно, что доля олимпиадников примерно одинакова среди медалистов и немедалистов. Также доля медалистов примерно одинакова среди олимпиадников и неолимпиадников. Это говорит о том, что факторы наличия медали и олимпиадного опыта являются статистически независимыми, что подтверждается статистическим тестом «хи-квадрат» ($p \approx 0,77$).

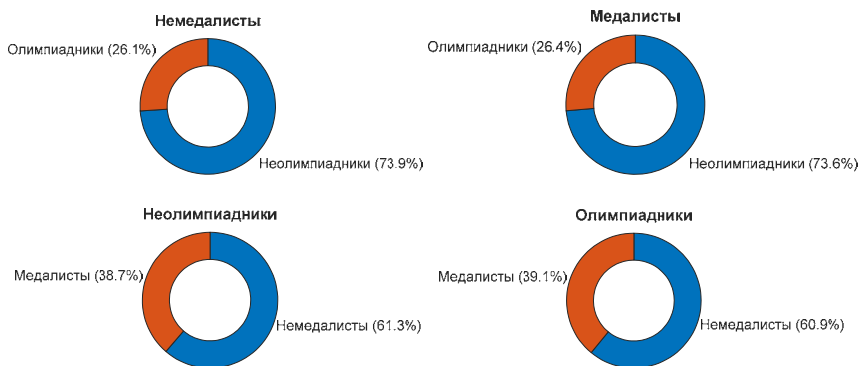


Рис. 3.3. Соотношение долей олимпиадников и медалистов

На рис. 3.4 показаны доли олимпиадников в регионах среди всех поступивших студентов из региона (отношение числа олимпиадников из региона к числу студентов из региона).

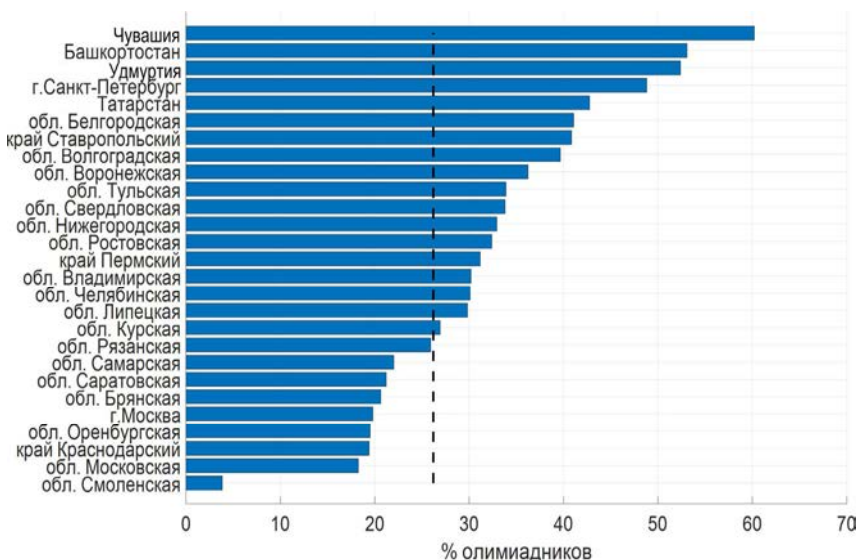


Рис. 3.4. Доли олимпиадников в регионах среди всех поступивших студентов из региона. Вертикальная пунктирная линия проведена на уровне доли олимпиадников среди всех студентов вуза

На рис. 3.5 показаны доли олимпиадников из регионов среди всех олимпиадников (отношение числа олимпиадников из региона к общему количеству поступивших в вуз олимпиадников).

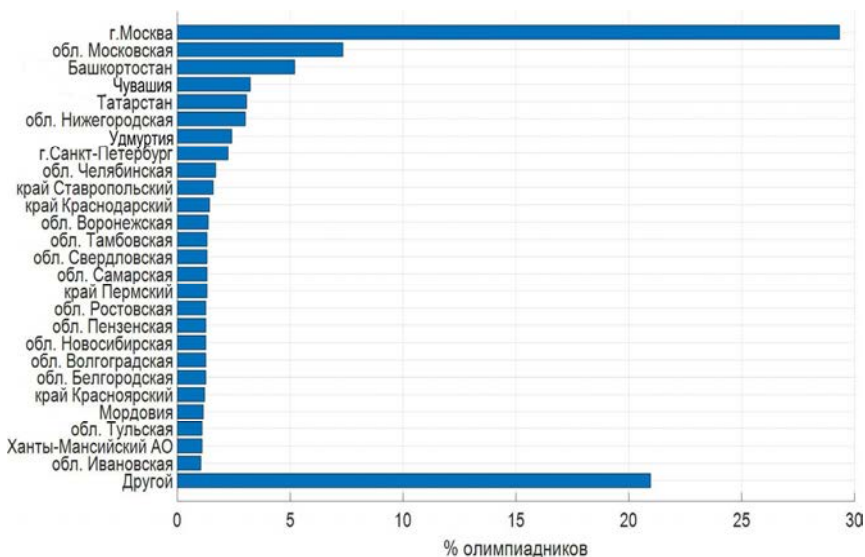


Рис. 3.5. Доли олимпиадников из регионов среди всех олимпиадников

Из этого распределения видно, что наибольшая доля олимпиадников – среди студентов из Чувашии, Башкортостана, Удмуртии (более 50 % поступивших студентов из этих областей являются олимпиадниками). Наименьший процент олимпиадников – среди студентов из Смоленской и Московской областей.

Из рис. 2.8 и 3.5 можно заметить, что студенты из Москвы составляют около 40 % от всех студентов вуза, при этом доля олимпиадников из Москвы среди всех олимпиадников – около 29 %. Для Башкортостана ситуация иная – доля студентов из этой республики среди всех поступивших студентов – 2,5 %, а доля олимпиадников среди всех поступивших в вуз олимпиадников – более 5 %.

Совместное распределение студентов по фактору участия в профильных олимпиадах и типу школы приведено в табл. 3.2

Таблица 3.2. Совместное распределение студентов по олимпиадному фактору и типу школы

Тип школы	Участие в олимпиадах		Всего
	Неолимпиадники	Олимпиадники	
Школа	2921 (81,7 %)	655 (18,3 %)	3576
Лицей	1563 (63,3 %)	905 (36,7 %)	2468
Гимназия	582 (73,9 %)	206 (26,1 %)	788
Другой	125 (61,9 %)	77 (38,1 %)	202
Всего	5191 (73,8 %)	1843 (26,2 %)	7034

Из таблицы видно, что наибольший процент олимпиадников – среди студентов, обучавшихся в лицеях и школах типа «Другой» (колледж, вуз, техникум, центр образования и пр.), наименьший процент – среди студентов, обучавшихся в общеобразовательных школах.

На рис. 3.6 показано распределение олимпиадников и неолимпиадников по типу школы.

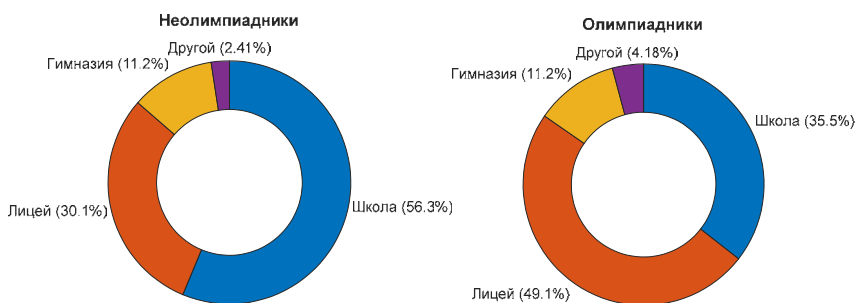


Рис. 3.6. Распределение олимпиадников и неолимпиадников по типу школы

Можно заметить, что среди всех поступивших олимпиадников примерно половина – из лицеев.

3.1.2. Исследование влияния олимпиадного фактора на баллы ЕГЭ

На рис. 3.7 показаны распределения суммарного балла ЕГЭ по двум профильным предметам для олимпиадников, неолимпиадников и всех студентов. Визуально видно существенное различие в распределениях: распределение для неолимпиадников более пологое с длинным левым хвостом, распределение баллов олимпиадников более сосредоточено в диапазоне 165–190 баллов.

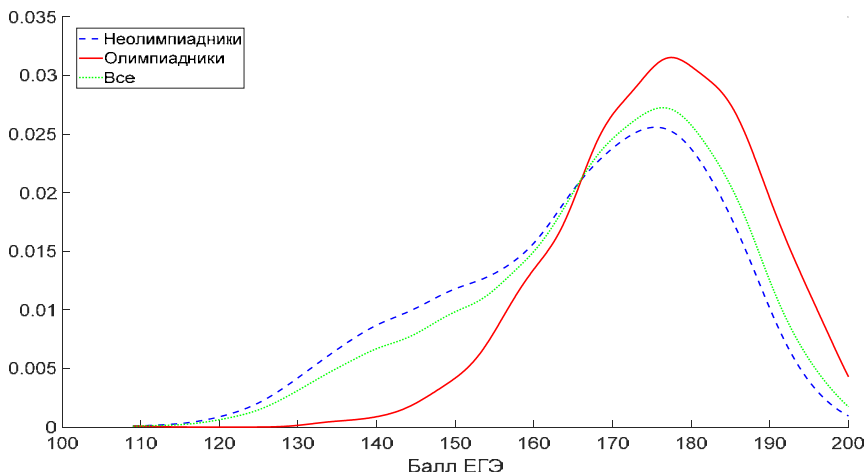


Рис. 3.7. Распределения суммарного балла ЕГЭ по двум профильным предметам для олимпиадников, неолимпиадников и всех студентов

Плотности распределений баллов ЕГЭ для олимпиадников и не-олимпиадников пересекаются примерно на уровне 165 баллов. Это означает, что если студент имеет более 165 баллов за ЕГЭ, то с большей вероятностью этот студент является олимпиадником, а если менее 165 баллов, то с большей вероятностью – неолимпиадником.

В табл. 3.3 приведены средние баллы ЕГЭ олимпиадников и не-олимпиадников по различным предметам, на рис. 3.8 показаны разности средних баллов.

Наименьшее различие в баллах ЕГЭ между олимпиадниками и неолимпиадниками – по физике, наибольшее – по обществознанию. Различия по всем предметам являются статистически значимыми.

Таблица 3.3. Средние баллы ЕГЭ олимпиадников и неолимпиадников по различным предметам

Предмет	Балл ЕГЭ неолимпиадников (среднее \pm с.к.о.)	Балл ЕГЭ олимпиадников (среднее \pm с.к.о.)
Математика	81,72 \pm 8,40	86,46 \pm 7,40
Физика	86,01 \pm 10,24	89,44 \pm 8,09
Информатика	82,05 \pm 10,18	88,67 \pm 8,40
Обществознание	79,63 \pm 11,02	88,09 \pm 7,25
Другой	80,35 \pm 10,95	86,15 \pm 10,17
Все	83,00 \pm 9,77	87,86 \pm 7,93

*Все разности баллов ЕГЭ олимпиадников и неолимпиадников значимы по критерию Манна-Уитни ($p \approx 0$).

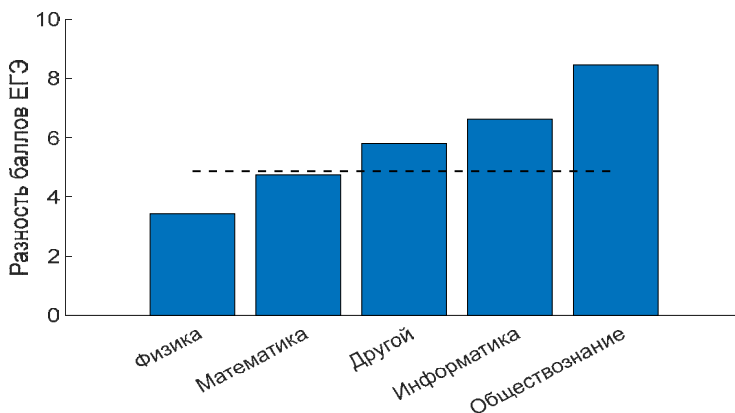


Рис. 3.8. Разности средних баллов ЕГЭ олимпиадников и неолимпиадников по различным предметам. Предметы отсортированы в порядке увеличения разности. Пунктирная линия проведена на уровне разности баллов ЕГЭ по всем предметам

На рис. 3.9 показаны различия средних баллов ЕГЭ олимпиадников и неолимпиадников в разрезе регионов. Рассматриваются только регионы, студенты из которых составляют не менее 1 % от общего числа поступивших студентов.

Различия в баллах ЕГЭ между олимпиадниками и неолимпиадниками значимы для 13 регионов ($p < 0,1$), наибольшие значимые различия – среди студентов из Москвы, Московской области, Курской области. Для многих регионов (например, Чувашии, Башкортостана, Смоленская обл. и др.) различия незначительные. Для Удмуртии и Липецкой области различие отрицательное (баллы неолимпиадников превышают баллы олимпиадников). Для Удмуртии это различие статистически значимо на уровне значимости 0,1.

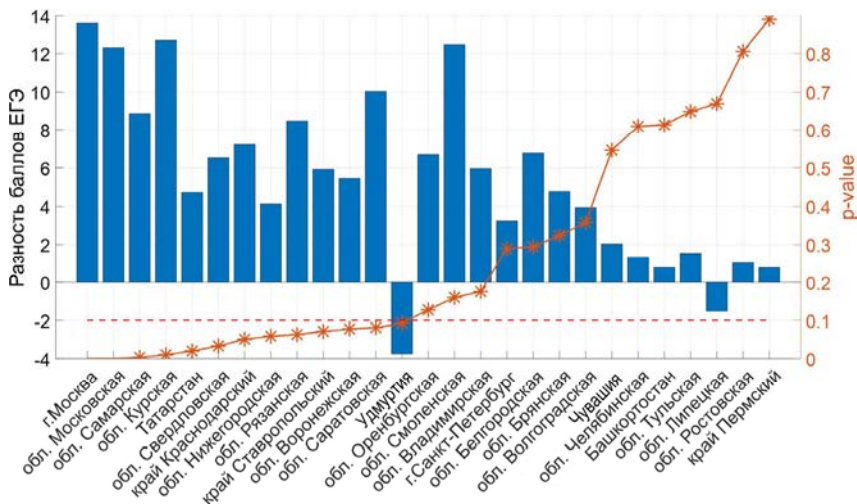


Рис. 3.9. Разность средних баллов ЕГЭ (суммарно по двум профильным предметам) олимпиадников и неолимпиадников в разрезе регионов. Регионы отсортированы в порядке уменьшения значимости различий (по критерию Манна-Уитни). На правой оси – соответствующие значения p -value

На рис. 3.10 показана диаграмма рассеяния регионов по средним баллам ЕГЭ по математике и физике среди олимпиадников и неолимпиадников.

Из диаграммы видно, что наиболее высокие баллы ЕГЭ по математике имеют олимпиадники из регионов 63 (Самарская обл.), 66 (Свердловская обл.), 56 (Оренбургская обл.), 16 (Татарстан); по физике – из региона 67 (Смоленская обл.). Также можно заметить, что неолимпиадники из некоторых регионов имеют более высокий балл ЕГЭ, чем олимпиадники из других регионов, как по матема-

тике, так и по физике (например, олимпиадники из Московской обл. (регион 50) и Липецкой обл. (регион 48) по математике оказываются хуже олимпиадников из всех других регионов и неолимпиадников из многих других регионов, а олимпиадники из Удмуртии (регион 18) по физике оказываются хуже олимпиадников из всех других регионов и неолимпиадников из большинства других регионов).

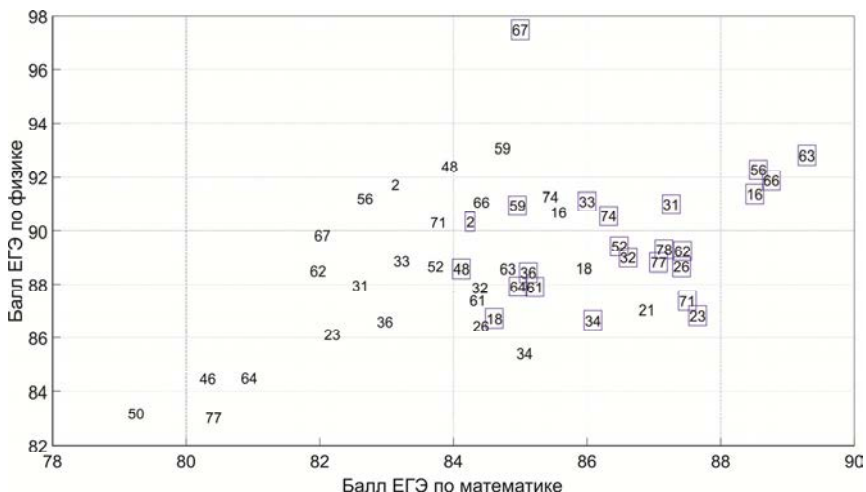


Рис. 3.10. Диаграмма рассеяния регионов по средним баллам ЕГЭ по математике и физике для неолимпиадников и олимпиадников. Каждая точка соответствует региону. Номера регионов без рамки соответствуют баллам неолимпиадников, номера в рамке – баллам олимпиадников

В табл. 3.4 приведены средние баллы ЕГЭ олимпиадников и неолимпиадников, обучавшихся в школах различных типов, сравнительная диаграмма разностей средних баллов приведена на рис. 3.11.

Из таблицы видно, что средние баллы ЕГЭ олимпиадников превосходят средние баллы ЕГЭ неолимпиадников для всех типов школ, при этом средний балл олимпиадников остается примерно одинаковым для всех типов школ.

Можно заметить, что различие в лицах между баллами не-олимпиадников и олимпиадников составляет около 6 баллов, а в общеобразовательных школах – около 12 баллов.

Таблица 3.4. Средние баллы ЕГЭ олимпиадников и неолимпиадников в разрезе типов школ

Тип школы	Балл ЕГЭ неолимпиадников (среднее \pm с.к.о.)	Балл ЕГЭ олимпиадников (среднее \pm с.к.о.)
Школа	163,54 \pm 17,30	175,64 \pm 11,85
Лицей	169,67 \pm 15,21	175,84 \pm 12,26
Гимназия	168,47 \pm 15,64	175,57 \pm 13,09
Другой	165,53 \pm 15,15	175,71 \pm 12,58
Все	166,00 \pm 16,70	175,73 \pm 12,22

*Все разности баллов ЕГЭ олимпиадников и неолимпиадников значимы по критерию Манна-Уитни ($p \approx 0$).

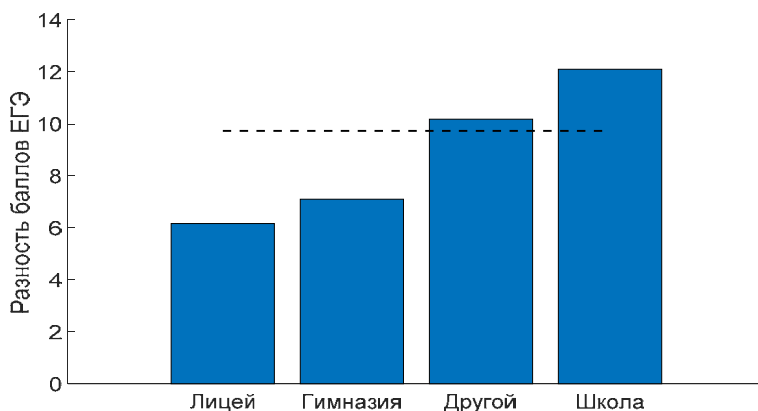


Рис. 3.11. Разности средних баллов ЕГЭ (суммарно по двум профильным предметам) олимпиадников и неолимпиадников, обучавшихся в школах различных типов. Типы школ отсортированы в порядке увеличения разности. Пунктирная линия проведена на уровне разности баллов ЕГЭ по всем типам школ

На рис. 3.12 показана диаграмма рассеяния типов школ по средним баллам ЕГЭ по математике и физике среди олимпиадников и неолимпиадников.

Из диаграммы видно, что олимпиадники превосходят неолимпиадников по баллам ЕГЭ по математике и физике для любых типов школ, при этом различия в баллах олимпиадников практически не зависят от типа школы.

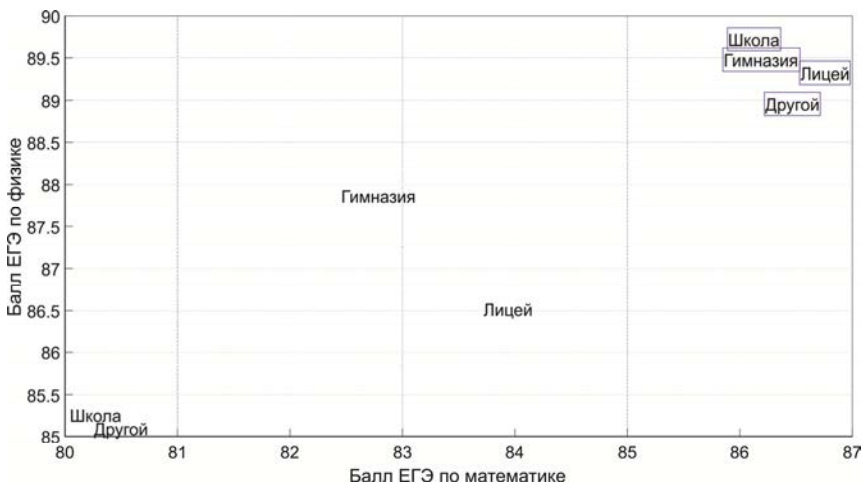


Рис. 3.12. Диаграмма рассеяния типов школ по средним баллам ЕГЭ по математике и физике для неолимпиадников и олимпиадников. Названия типов школ без рамки соответствуют баллам неолимпиадников, названия в рамке – баллам олимпиадников

Анализ географии и образовательного бэкграунда олимпиадников, поступающих в ведущий технический вуз, позволяет выявить системные закономерности, определяющие их стратегии подготовки и поступления. Прежде всего, стоит отметить, что резкий рост доли олимпиадников в наборе 2020 г. является прямым следствием пандемийных изменений в правилах приема. В условиях отмены или модификации многих олимпиад и введения льгот для победителей и призеров, значительное число абитуриентов воспользовались этим каналом поступления, что и вызвало статистический всплеск.

Географическая концентрация олимпиадников в Чувашской Республике, Республике Башкортостан и Удмуртской Республике объясняется сложившейся в этих регионах эффективной системой выявления и поддержки технически одаренных школьников. Здесь исторически сформировались сильные педагогические традиции в области физико-математического образования, работают специализированные школы-интернаты и центры по подготовке к олимпиадам, что создает среду, массово генерирующую талантливых абитуриентов для ведущих технических вузов страны.

Тот факт, что доля олимпиадников среди выпускников лицеев почти вдвое превышает аналогичный показатель для обычных школ, закономерен. Лицеи с физико-математическим уклоном целенаправленно выстраивают учебный процесс вокруг олимпиадной подготовки, интегрируя ее в образовательную программу. Их преподаватели обладают соответствующей экспертизой, а среда создает постоянную конкурентную мотивацию, что в совокупности делает получение олимпиадных дипломов не исключением, а нормой для значительной части выпускников.

Предметная структура баллов ЕГЭ раскрывает разные стратегии подготовки. Наименьший разрыв между олимпиадниками и не-олимпиадниками наблюдается по физике – ключевому профильному предмету. Это свидетельствует о том, что в сильном техническом вузе и те, и другие имеют по нему очень высокий и сопоставимый уровень подготовки. Наибольшая же разница – по обществузнанию, которое для олимпиадников, часто пользующихся льготами, является формальностью, в то время как неолимпиадники вынуждены выжимать из него максимум для повышения общего конкурсного балла.

Региональные различия в разрыве баллов ЕГЭ между двумя группами указывают на зрелость образовательных систем. В Москве и Московской области, где развита мощная индустрия репетиторства и целевой подготовки, олимпиадники получают значительную фору по всем предметам, что и создает большой разрыв. В регионах с сильным массовым образованием (таких, как упомянутые республики), где общий уровень подготовки высок, а олимпиадная подготовка является органичной частью системы, этот разрыв минимален или отсутствует.

Парадокс, при котором в Чувашской Республике и Башкортостане высок процент олимпиадников при незначимой разнице в баллах ЕГЭ, а в Удмуртской Республике неолимпиадники даже превосходят олимпиадников, объясняется именно системным подходом к образованию. В этих регионах подготовка к олимпиадам не является изолированным процессом для избранных, а встроена в общую высококачественную систему физико-математического образования. Поэтому немедалисты демонстрируют столь же высокие результаты ЕГЭ, а в случае Удмуртии – возможно, более целенаправленную подготовку именно к формату экзамена.

Наименьший разрыв в баллах ЕГЭ между олимпиадниками и неолимпиадниками среди выпускников лицеев и наибольший среди выпускников обычных школ демонстрирует разницу в уровне образовательной среды. В лицее, где и без того высокий порог требований, даже неолимпиадники имеют отличную подготовку, тогда как в обычной школе олимпиадник – это часто уникальный самородок, чьи результаты несопоставимы со средними по школе.

Наконец, тот факт, что средний балл олимпиадников практически не зависит от типа школы, в то время как у неолимпиадников эта разница значима, говорит о разной природе их успеха. Олимпиадник, как правило, обладает высоким внутренним потенциалом и мотивацией, которые позволяют ему достигать выдающихся результатов практически в любых условиях. Успех же неолимпиадника в гораздо большей степени детерминирован внешней средой – качеством преподавания, ресурсами школы и ее традициями, что и приводит к сильной зависимости его результатов от типа учебного заведения.

3.2. Анализ метрик академической успеваемости олимпиадников

В данном исследовании проводится анализ влияния олимпиадного фактора на успеваемость по учебным дисциплинам и наличие внеучебных достижений различных типов. Также анализируется динамика успеваемости олимпиадников по годам поступления в вуз и семестрам обучения, исследуется влияние региона и типа школы на баллы и достижения олимпиадников.

3.2.1. Влияние олимпиадного фактора на успеваемость

В табл. 3.5 представлены средние баллы олимпиадников и не-олимпиадников по предметам различных предметных модулей. Расчет разности проводился двумя способами: попредметно и по-душно (см. разд. 2.5.4). В табл. 3.6 приведены значения *p-value* критерия Манна-Уитни для различий баллов олимпиадников и не-олимпиадников.

Таблица 3.5. Средние баллы олимпиадников и неолимпиадников по предметам различных предметных модулей

Модуль	Балл неолимпиадников (среднее \pm с.к.о.)		Балл олимпиадников (среднее \pm с.к.о.)	
	попредметно	подушно	попредметно	подушно
ЕНМ	74,83 \pm 11,08	74,31 \pm 7,03	76,91 \pm 11,22	76,38 \pm 7,10
ГМ	83,33 \pm 11,39	83,87 \pm 6,50	82,95 \pm 11,40	83,53 \pm 6,48
ОПМ	83,53 \pm 11,50	82,38 \pm 7,67	82,80 \pm 11,79	82,25 \pm 7,28
ПМ	84,75 \pm 11,12	83,65 \pm 7,77	83,88 \pm 11,42	82,70 \pm 8,15
Все	80,63 \pm 12,05	79,67 \pm 5,97	80,69 \pm 11,83	80,28 \pm 5,80

Таблица 3.6. Значения *p-value* критерия Манна-Уитни для различий баллов олимпиадников и неолимпиадников

	ЕНМ	ГМ	ОПМ	ПМ	Все
<i>p-value</i> попредметно	0	0	0	0	0,56
<i>p-value</i> подушно	0	0,02	0,46	0,005	0,0003

На рис. 3.13 показаны разности средних баллов олимпиадников и неолимпиадников по предметам различных модулей за время обучения в вузе.

Средний балл олимпиадников превышает средний балл неолимпиадников только по предметам ЕНМ (различие значимо по критерию Манна-Уитни), при этом по остальным предметам средний балл неолимпиадников выше (для предметов ПМ различие значимо по критерию Манна-Уитни на уровне значимости 0,01). Различия

между олимпиадниками и неолимпиадниками по предметам ГМ и ОПМ незначимы на уровне значимости 0,01 при подушевом способе расчета. Отметим, что попредметный и подушевой способы расчета показывают примерно схожие разности по всем предметным модулям, кроме ОПМ. Также отметим, что при попредметном способе расчета разность средних баллов олимпиадников и неолимпиадников по всем предметам (всех модулей) практически нулевая, а при подушевом способе расчета составляет около 0,6 баллов и является статистически значимой.

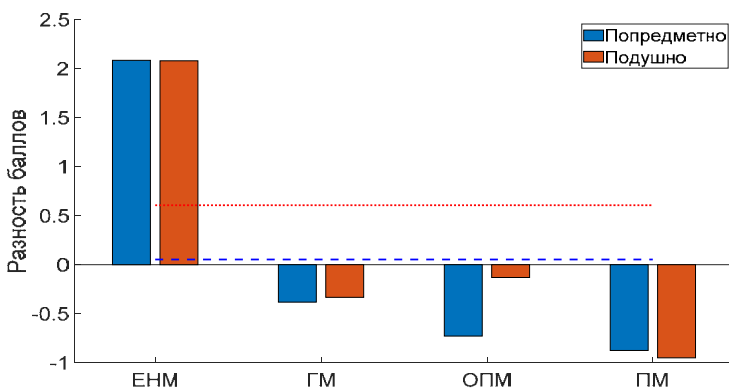


Рис. 3.13. Разности средних баллов олимпиадников и неолимпиадников по предметным модулям. Левые столбики – для попредметного расчета, правые столбики – для подушевого расчета. Пунктирная линия проведена на уровне средней попредметной разности баллов по предметам всех модулей, точечная линия – на уровне подушевой разности

На рис. 3.14, 3.15 приведены подушевые распределения баллов олимпиадников и неолимпиадников по предметам различных предметных модулей.

Из графиков видно, что распределения олимпиадников и не-олимпиадников схожи по всем предметным модулям, при этом распределение баллов олимпиадников по предметам ЕНМ немного смещено вправо.

На рис. 3.16 показаны дисциплины, по которым наблюдается наибольшее различие между олимпиадниками и неолимпиадниками. Редкие дисциплины (с числом обучавшихся студентов за все годы менее 500 человек) из рассмотрения исключены.

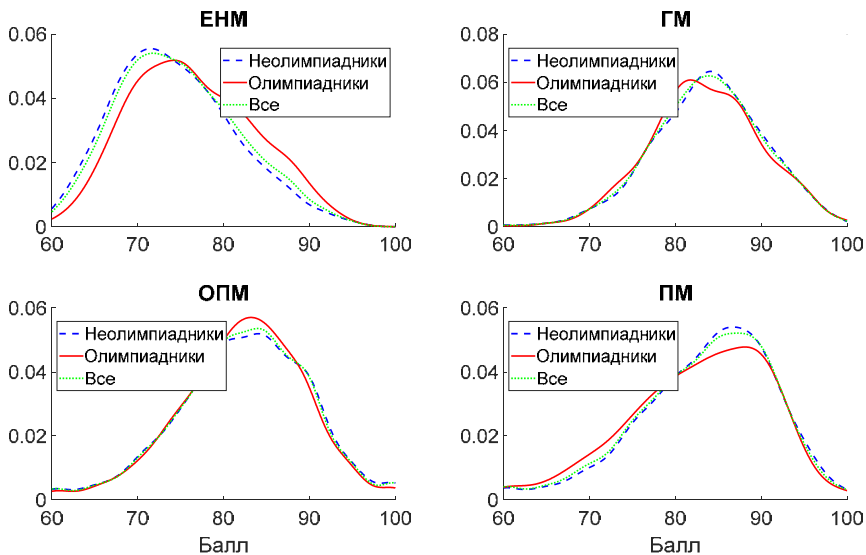


Рис. 3.14. Распределения баллов олимпиадников и неолимпиадников по предметам различных модулей. Графики сгруппированы по предметным модулям

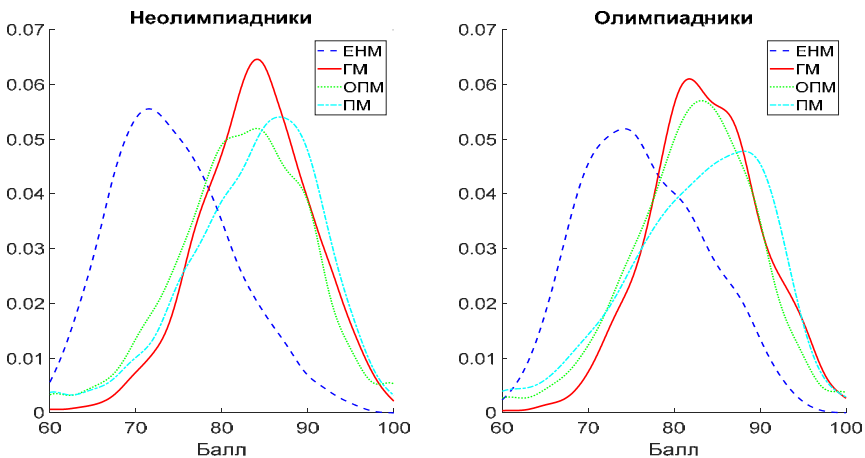


Рис. 3.15. Распределения баллов олимпиадников и неолимпиадников по предметам различных модулей. Графики сгруппированы по олимпиадно-му фактору

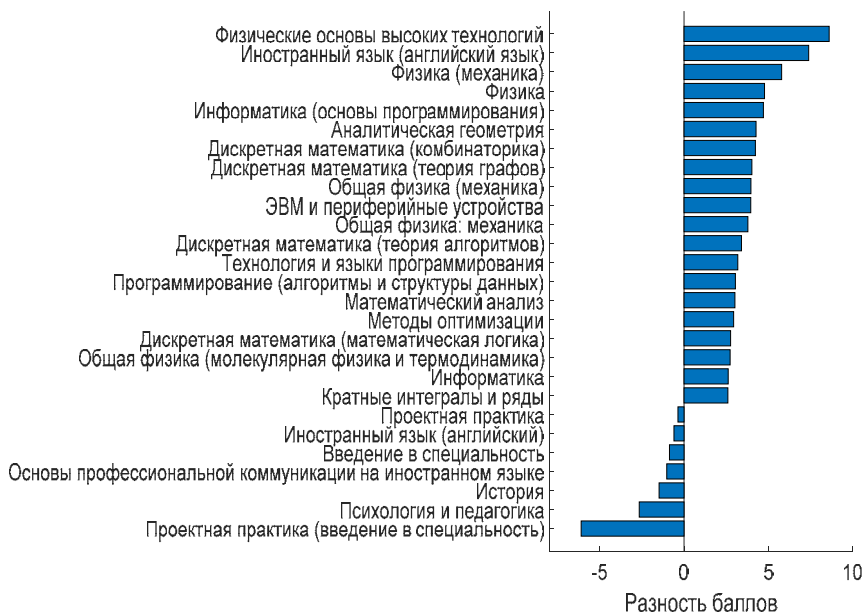


Рис. 3.16. Различия в средних баллах олимпиадников и неолимпиадников по учебным дисциплинам. Предметы отсортированы в порядке уменьшения различий. Все различия значимые ($p < 0,01$ по критерию Манна-Уитни)

Из рис. 3.16 видно, что олимпиадники превосходят неолимпиадников в основном по естественно-научным предметам, а также по иностранному языку. Неолимпиадники превосходят олимпиадников по гуманитарным предметам – истории, психологии и педагогике, а также по проектной практике.

3.2.2. Анализ динамики баллов олимпиадников

На рис. 3.17 показана динамика средних баллов олимпиадников и неолимпиадников в зависимости от года поступления в вуз.

Динамика баллов в период 2017–2021 гг. негативная. Увеличение среднего балла в 2022–2023 гг., вероятно, связано с тем, что студенты 2022 года набора проучились только два года, а студенты 2023 года набора – только один год на момент проведения исследования. Также можно заметить, что баллы олимпиадников и не-

олимпиадников демонстрируют схожую динамику в период 2017–2021 гг. В период 2022–2023 гг. наблюдается превосходство олимпиадников, что, вероятно, также связано с отсутствием данных по старшим семестрам для студентов этих годов набора.

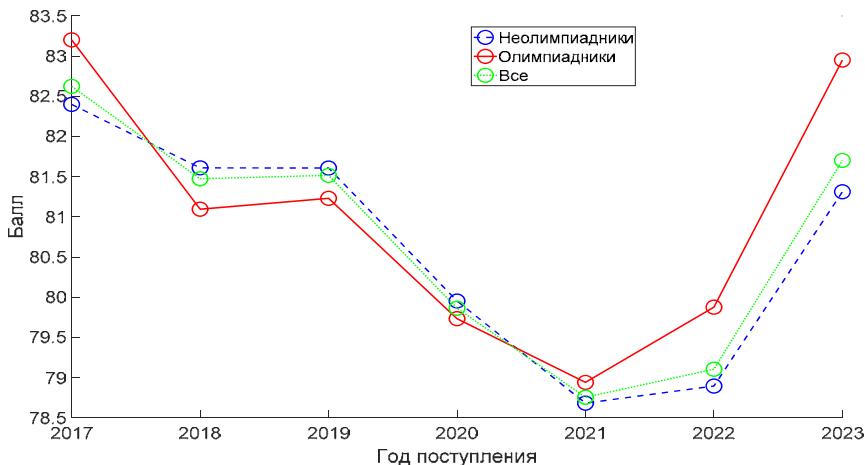


Рис. 3.17. Динамика средних баллов олимпиадников и неолимпиадников по всем предметам за время обучения в вузе (по оси абсцисс – год поступления в вуз)

На рис. 3.18 показана динамика изменения среднего балла студентов в зависимости от семестра обучения.

Из графиков можно заметить следующее:

- баллы олимпиадников и неолимпиадников демонстрируют схожую динамику по семестрам, небольшое отличие наблюдается в 3-м и 4-м семестрах: неолимпиадники демонстрируют небольшой рост среднего балла, а олимпиадники – спад;

- динамика баллов олимпиадников негативная в течение первых четырех семестров, после чего начинается рост среднего балла (который, вероятно, не связан с олимпиадным фактором, т.к. наблюдается у всех категорий студентов), у неолимпиадников рост среднего балла начинается со второго семестра;

- в течение первых трех семестров средний балл олимпиадников выше среднего балла неолимпиадников, а начиная с 4-го семестра неолимпиадники превосходят олимпиадников;

- в течение первых пяти семестров баллы за семестр находятся ниже средних баллов за все время обучения, а после пятого семестра – выше как у олимпиадников, так и у неолимпиадников;
- различие между баллами олимпиадников и неолимпиадников максимально на первых двух семестрах.

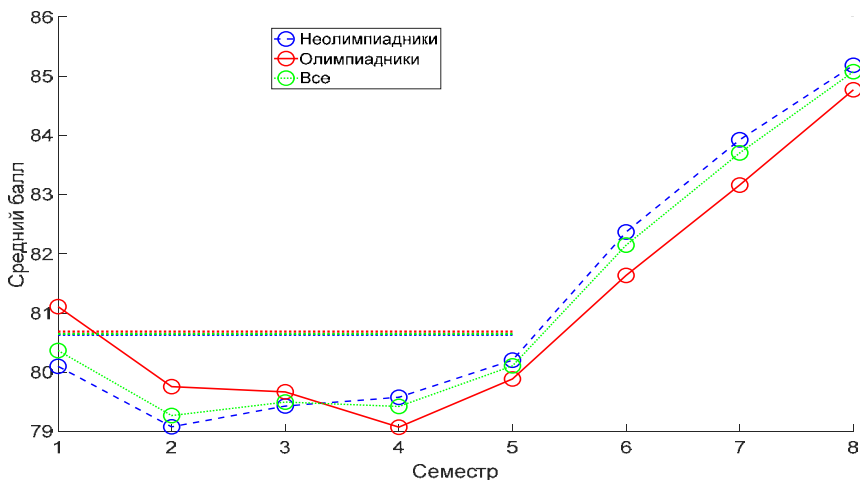


Рис. 3.18. Динамика средних баллов олимпиадников и неолимпиадников в зависимости от семестра обучения (по всем предметам за все годы набора, использовался попредметный способ расчета). Пунктирные линии проведены на уровнях средних баллов олимпиадников, неолимпиадников и всех студентов за все семестры обучения

3.2.3. Анализ влияния региона и типа школы на баллы олимпиадников

На рис. 3.19 приведены диаграммы рассеяния регионов по средним баллам олимпиадников и неолимпиадников за предметы различных предметных модулей.

Из диаграмм видно, что регионы олимпиадников и неолимпиадников не разделяются четко по баллам. Можно отметить, что олимпиадники из многих регионов демонстрируют низкие баллы по предметам ГМ, а также «выбросный» регион 67 (Смоленская обл.), олимпиадники из которого превосходят всех остальных студентов по предметам всех предметных модулей.

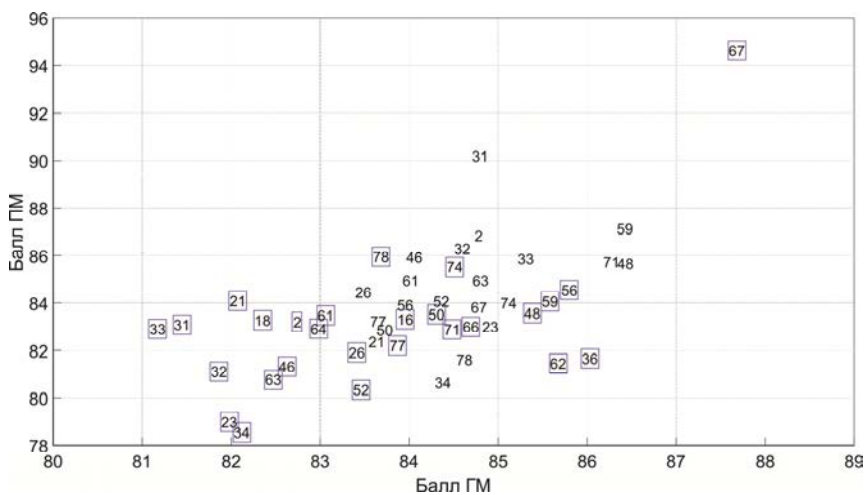
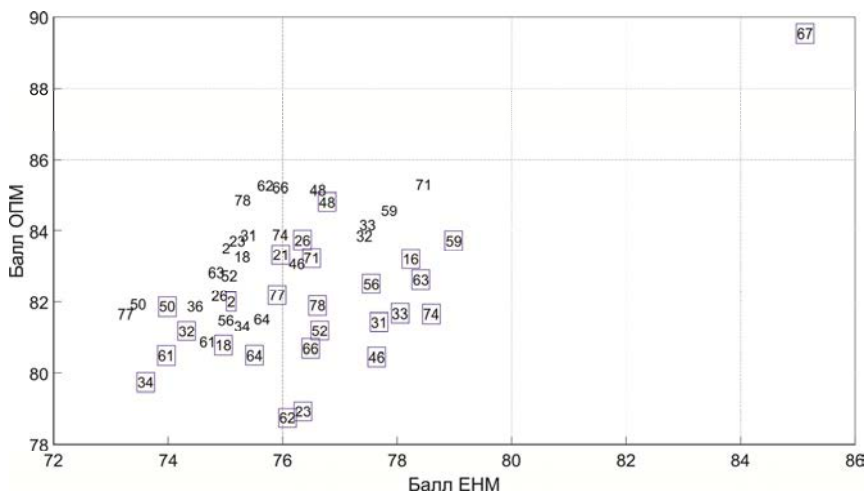


Рис. 3.19. Диаграммы рассеяния регионов по средним баллам олимпиадников и неолимпиадников за предметы различных предметных модулей. Каждая точка соответствует региону. Номера регионов без рамки соответствуют баллам неолимпиадников, номера в рамке – баллам олимпиадников

На рис. 3.20 показана диаграмма рассеяния регионов по средним баллам олимпиадников и неолимпиадников по всем предметным модулям.

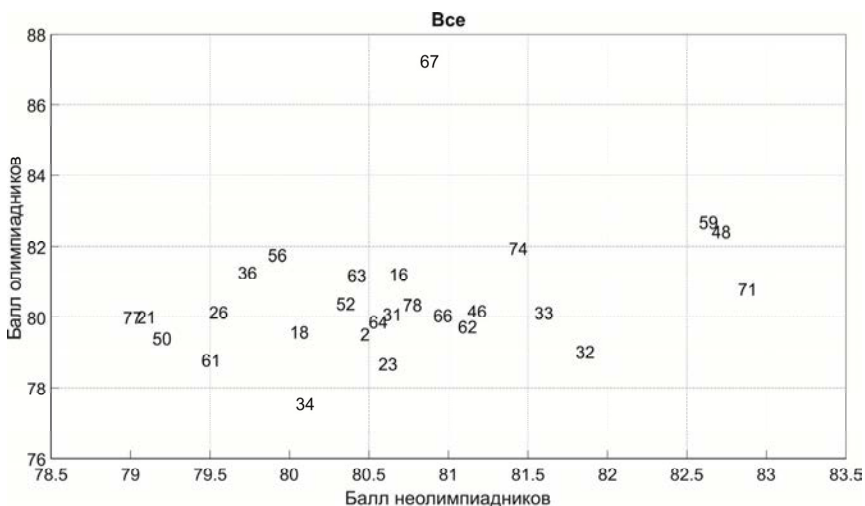


Рис. 3.20. Диаграммы рассеяния регионов по средним баллам олимпиадников и неолимпиадников по всем предметным модулям. Каждая точка соответствует региону

Из диаграммы видно, что неолимпиадники из Тульской обл. (регион 71), Липецкой обл. (регион 48), Пермского края (регион 59) превосходят всех остальных неолимпиадников. Также можно заметить, что в одних регионах балл олимпиадников выше балла неолимпиадников, а других регионах – ниже. В частности, олимпиадники из Волгоградской обл. (регион 34) хуже всех остальных студентов как олимпиадников, так и неолимпиадников.

На рис. 3.21 показаны средние баллы олимпиадников и неолимпиадников по предметам различных модулей (за все время обучения в вузе) в разрезе типа школы.

Олимпиадники превосходят неолимпиадников по предметам ЕНМ независимо от типа школы, а по предметам ОПМ и ПМ успеваемость олимпиадников ниже, чем неолимпиадников, для всех типов школ, кроме лицеев.

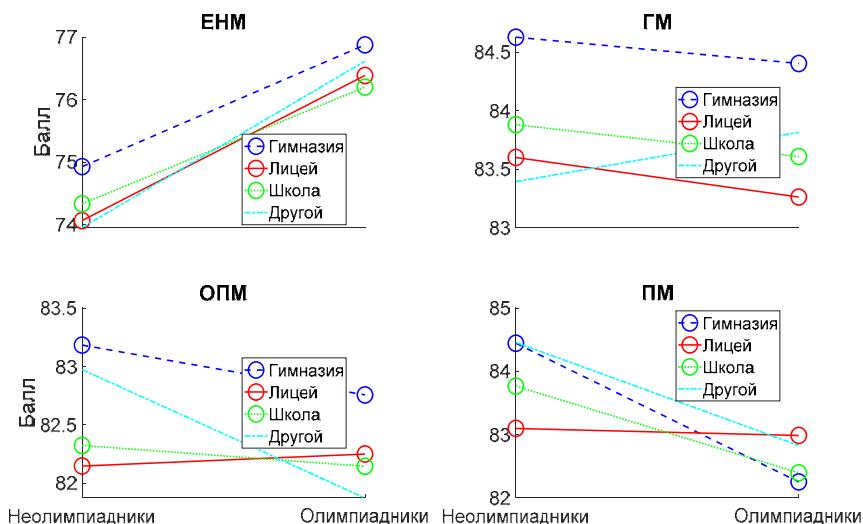


Рис. 3.21. Средние баллы олимпиадников и неолимпиадников по предметам различных модулей (за все время обучения в вузе) в разрезе типа школы

3.2.4. Анализ влияния олимпиадного опыта на внеучебные достижения студента

На рис. 3.22 показаны доли активных студентов среди олимпиадников и неолимпиадников в разрезе типов достижений (отношения числа активных олимпиадников, активных неолимпиадников и активных студентов к общему числу олимпиадников, неолимпиадников и всех поступивших студентов соответственно).

Среди олимпиадников доли активных студентов выше по любому типу достижений, чем среди неолимпиадников. Все различия между долями олимпиадников и неолимпиадников значимы ($p < 0,01$ по двухпропорциональному тесту). Наибольшее различие между процентом активных олимпиадников среди всех олимпиадников и процентом активных неолимпиадников среди всех неолимпиадников – по профессиональным достижениям. Таким образом, можно заключить, что олимпиадный опыт является значимым фактором активности студента во внеучебных достижениях любого типа, особенно проявляющимся в профессиональных достижениях.

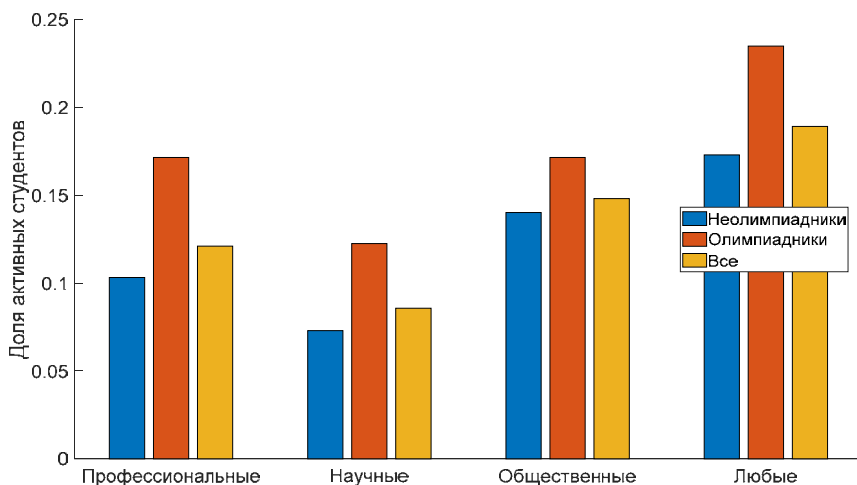


Рис. 3.22. Доли активных студентов среди олимпиадников, неолимпиадников и всех поступивших студентов

На рис. 3.23 показаны диаграммы рассеяния категорий студентов (без достижений и имеющих различные типы внеучебных достижений) по средним баллам за предметы различных предметных модулей среди олимпиадников и неолимпиадников.

Из диаграмм видно, что олимпиадники из каждой категории превосходят по предметам ЕНМ неолимпиадников из этой же категории. Например, олимпиадники, не имеющие достижений, превосходят неолимпиадников, не имеющих достижений, и олимпиадники, имеющие достижения нескольких типов, превосходят неолимпиадников, имеющих достижения нескольких типов. По предметам ПМ ситуация противоположная: неолимпиадники превосходят олимпиадников. Наивысший балл по предметам ЕНМ имеют олимпиадники с профессиональными, научными и совместными достижениями, а также неолимпиадники с совместными достижениями. Наивысший балл по предметам ПМ и ГМ имеют неолимпиадники с совместными достижениями.

Анализ академических траекторий олимпиадников и неолимпиадников в техническом вузе позволил выявить ряд особенностей, обусловленных различиями в их подготовке и адаптационных стратегиях.

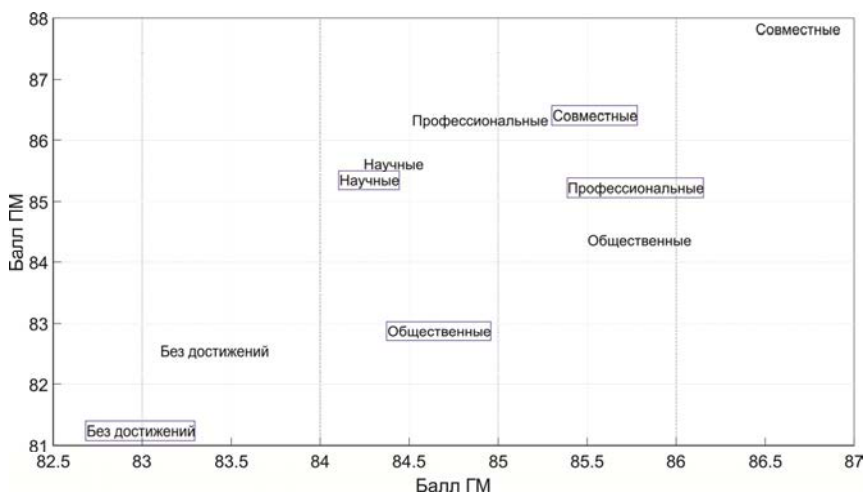
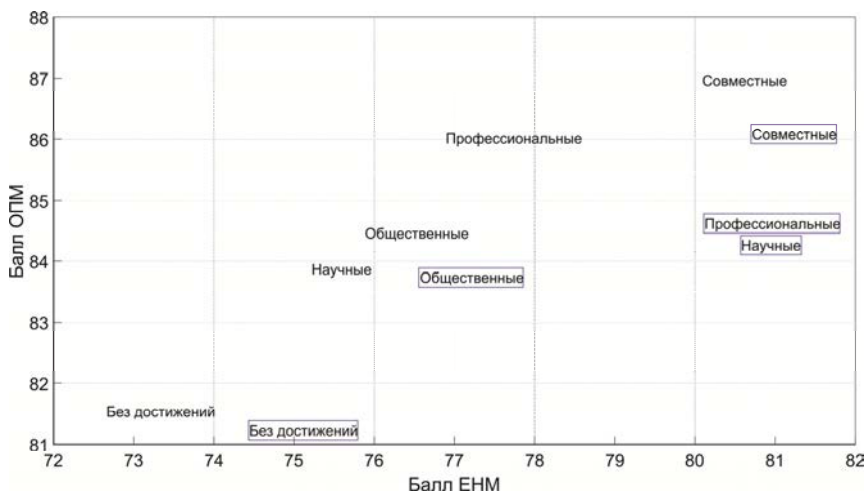


Рис. 3.23. Диаграммы рассеяния категорий студентов (имеющих только профессиональные достижения, только научные достижения, только общественные достижения, имеющих достижения более одного типа (совместные) и не имеющих достижений) по средним баллам за предметы различных предметных модулей. Названия категорий студентов без рамки соответствуют баллам неолимпиадников, названия в рамке – баллам олимпиадников

На начальных курсах олимпиадники демонстрируют явное превосходство по фундаментальным дисциплинам естественнонаучного модуля (ЕНМ) – математическому анализу, физике, дискретной математике. Это объясняется прямой передачей компетенций: данные предметы требуют именно того абстрактно-логического мышления и навыков решения нестандартных задач, которые и отрабатываются на олимпиадах. Однако в профессиональных модулях (ПМ) картина меняется на противоположную. Здесь успех определяется не столько блестящим озарением, сколько прикладными навыками, системным подходом, работой в команде и терпением, что часто лучше развито у неолимпиадников. Кроме того, часть олимпиадников, привыкших к быстрым интеллектуальным победам, может испытывать разочарование от рутинных аспектов инженерной работы, теряя мотивацию. Наиболее ярко это противоречие проявляется в «Проектной практике», где олимпиадники уступают больше всего. Успех в проектах зависит от *soft skills* – коммуникации, тайм-менеджмента, работы в команде, – что не является прямым объектом оценки на олимпиадах. Олимпиадники блистают, прежде всего, как «индивидуалисты-решатели», в то время как проектная деятельность требует качеств «командных игроков-исполнителей». Эта смена ролей находит отражение и в динамике успеваемости. В течение первых четырех семестров средний балл олимпиадников заметно падает, тогда как у неолимпиадников спад наблюдается лишь во втором семестре. Это можно объяснить кризисом адаптации олимпиадников: поступив с завышенными ожиданиями, они сначала держатся на школьном багаже, но затем сталкиваются с необходимостью более системной и регулярной работы, что приводит к разочарованию и демотивации. Неолимпиадники же, изначально настроенные на серьезный труд, после стандартных трудностей второго семестра постепенно осваивают требования вуза и демонстрируют рост, так как их успех всегда в большей степени зависел от трудолюбия и адаптивности. В итоге, после третьего семестра успеваемость неолимпиадников становится выше, знаменуя переход от эры «школьного капитала», где доминировали олимпиадники, к эре «вузовских компетенций», где ключевым становится систематический труд.

Глава 4. Исследование влияния инженерного фактора на метрику академической успеваемости

4.1. Исследование связи довузовских факторов академической успеваемости с достижениями в инженерных конкурсах

На данном этапе проводится анализ статистической связи довузовских достижений студента в инженерных (проектно-исследовательских) конкурсах с наличием школьной медали, с регионом и типом школы, в которой обучался студент до поступления в вуз. Исследуется влияние инженерного фактора на баллы ЕГЭ по различным предметам.

4.1.1. Описательная статистика по участникам инженерных конкурсов

Распределение студентов, участвовавших и имеющих достижения в инженерных конкурсах до поступления в вуз («инженеров»), и не имеющих достижений в инженерных конкурсах («неинженеров»), показано на рис. 4.1. Среди выборки из 7034 студентов – 769 (10,9 %) инженеров и 6265 (89,1 %) неинженеров.

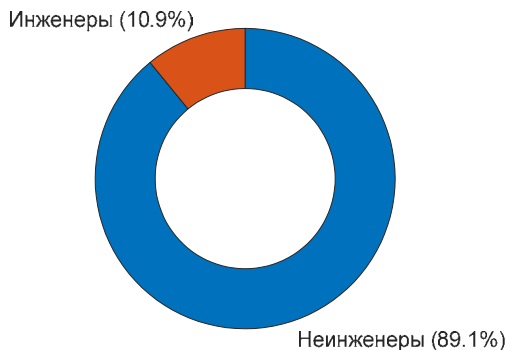


Рис. 4.1. Распределение студентов по наличию инженерных достижений

На рис. 4.2 показана динамика доли студентов с инженерными достижениями по годам набора.

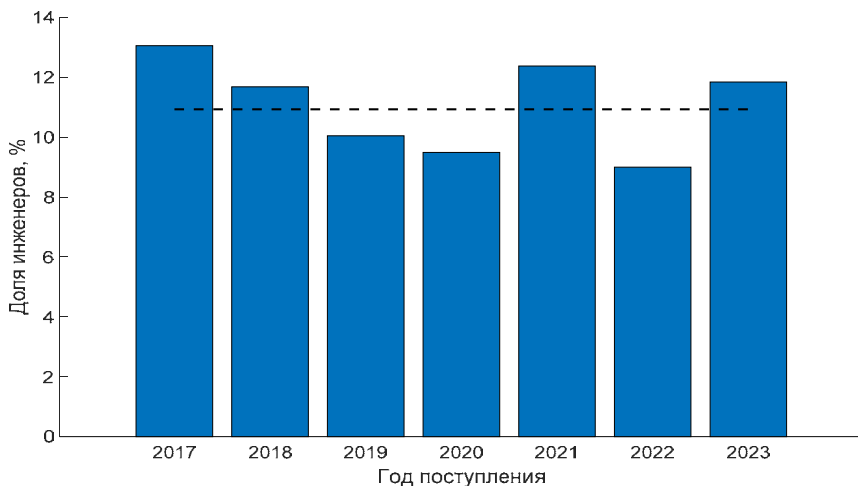


Рис. 4.2. Динамика доли студентов с инженерными достижениями по годам набора в вуз. Пунктирная линия проведена на уровне средней доли студентов с инженерным достижениями за рассматриваемый период

Из этой динамики видно, что каждый год на протяжении рассматриваемого периода доля студентов с инженерными достижениями остается примерно стабильной на уровне 10–13 %.

В табл. 4.1 показано совместное распределение студентов с инженерными достижениями и медалистов, а на рис. 4.3 – соотношения долей инженеров и медалистов.

Таблица 4.1. Совместное распределение студентов с инженерными достижениями и медалистов

	Неинженеры	Инженеры	Все
Немедалисты	3756	500	4306
Медалисты	2509	219	2728
Все	6265	769	7034

Доля студентов с инженерными достижениями среди немедалистов выше, чем среди медалистов. Также доля медалистов среди инженеров выше, чем среди неинженеров. Таким образом, между факторами наличия медали и достижениями в инженерных конкур-

сах имеется статистическая связь (связь значима по критерию «хи-квадрат», $p \approx 0$) – немедалисты более успешны в инженерных достижениях, чем медалисты.

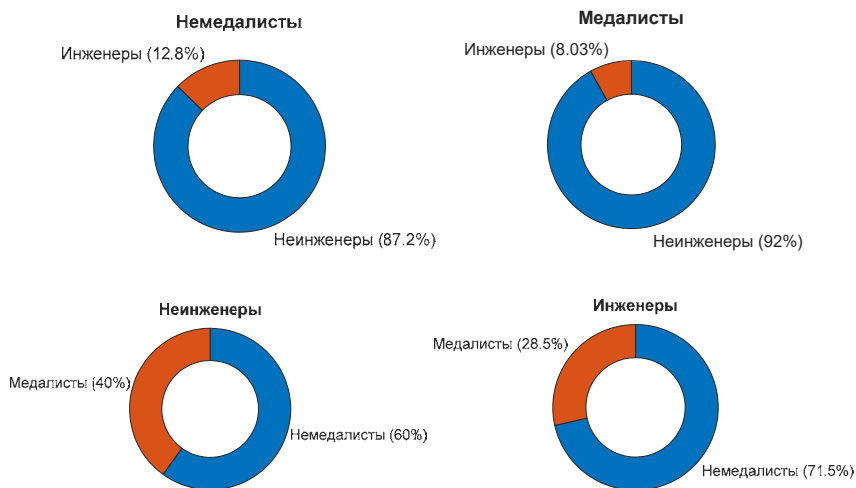


Рис. 4.3. Соотношение долей инженеров и медалистов

На рис. 4.4 показаны доли студентов с инженерными достижениями в регионах среди всех поступивших студентов из региона (отношение числа инженеров из региона к числу студентов из региона). Из этого распределения видно, что наибольшая доля студентов с инженерными достижениями – среди студентов из Челябинской обл., из Москвы и Самарской обл.

На рис. 4.5 показаны доли инженеров из регионов среди всех инженеров (отношение числа инженеров из региона к общему количеству поступивших в вуз инженеров).

Среди всех студентов с инженерными достижениями подавляющее большинство студентов (около 70 %) – из г. Москвы.

Совместное распределение студентов по фактору наличия инженерных достижений и типу школы приведено в табл. 4.2. На рис. 4.6 показано распределение инженеров и неинженеров по типу школы.

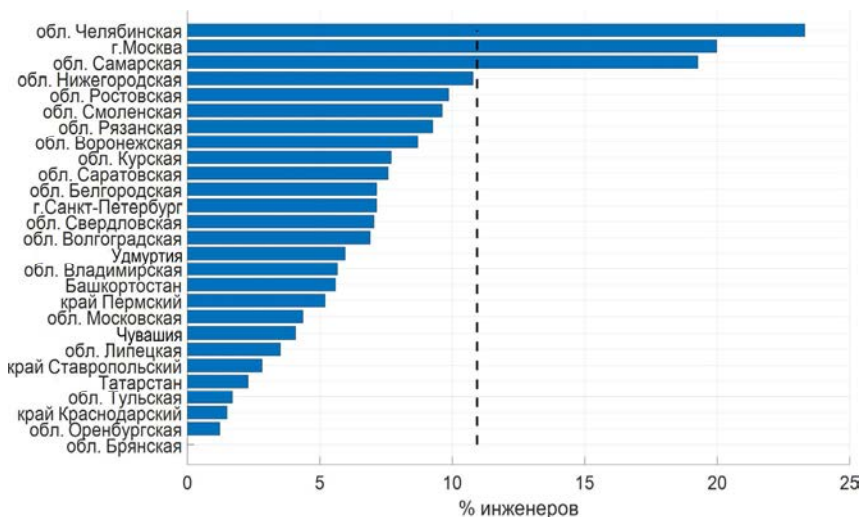


Рис. 4.4. Доли студентов с инженерными достижениями в регионах среди всех поступивших студентов из региона. Вертикальная пунктирная линия проведена на уровне доли студентов с инженерными достижениями среди всех студентов вуза

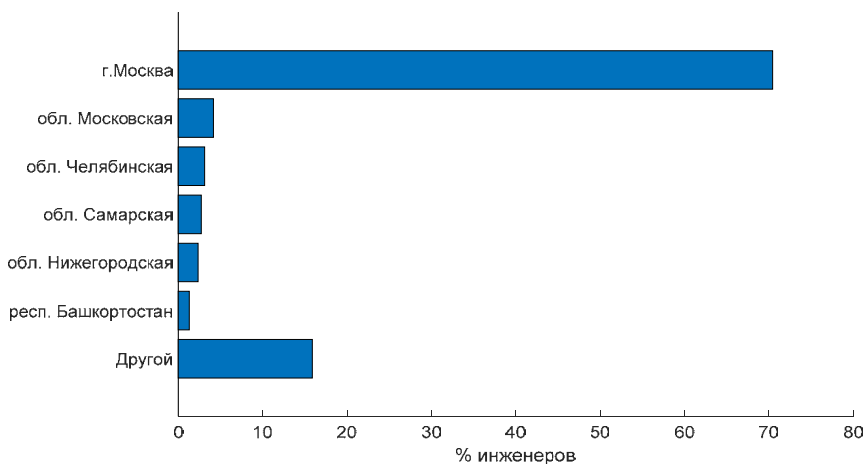


Рис. 4.5. Доли инженеров из регионов среди всех студентов вуза, имеющих инженерные достижения (показаны только регионы, доля инженеров из которых превышает 1 % от общего числа инженеров)

Таблица 4.2. Совместное распределение студентов по фактору наличия инженерных достижений и типу школы

Тип школы	Участие в олимпиадах		Всего
	Неинженеры	Инженеры	
Школа	225 (90,2 %)	351 (9,8 %)	3576
Лицей	2110 (85,5 %)	358 (14,5 %)	2468
Гимназия	755 (95,8 %)	33 (4,2 %)	788
Другой	175 (86,6 %)	27 (13,4 %)	202
Всего	6265 (89,1 %)	769 (10,9 %)	7034

Из таблицы видно, что наибольший процент студентов с инженерными достижениями – среди студентов, обучавшихся в лицеех и школах типа «Другой» (колледж, вуз, техникум, центр образования и пр.), наименьший – среди студентов, обучавшихся в гимназиях.

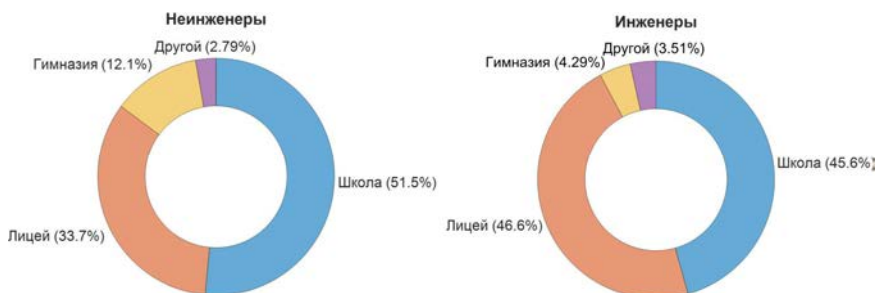


Рис. 4.6. Распределение инженеров и неинженеров по типу школы

Можно заметить, что среди всех поступивших студентов с инженерными достижениями примерно половина – из лицеев.

4.1.2. Анализ влияния инженерного фактора на баллы ЕГЭ

На рис. 4.7 показаны распределения суммарного балла ЕГЭ по двум профильным предметам для инженеров, неинженеров и всех студентов.

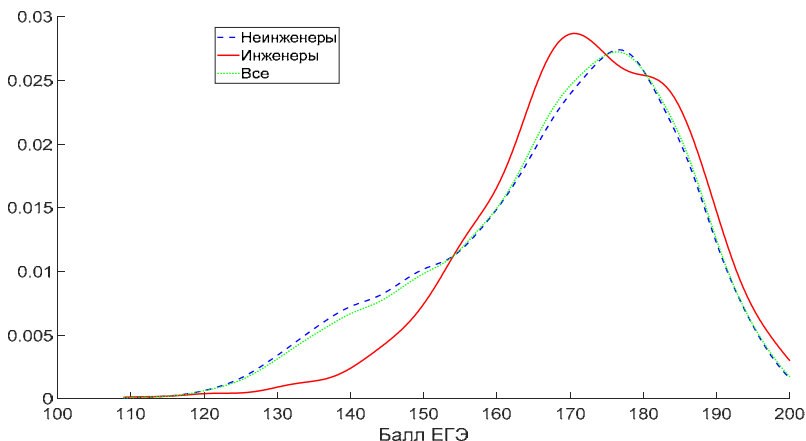


Рис. 4.7. Распределения суммарного балла ЕГЭ по двум профильным предметам для инженеров, неинженеров и всех студентов

Плотности распределений баллов ЕГЭ для инженеров и неинженеров пересекаются примерно на уровне 155 баллов, пик распределения для инженеров немного смещен влево относительно пика для неинженеров. Доля инженеров среди студентов с баллами ЕГЭ, меньшими 155, существенно ниже, чем среди неинженеров.

В табл. 4.3 приведены средние баллы ЕГЭ инженеров и неинженеров по различным предметам, на рис. 4.8 показаны разности средних баллов.

Таблица 4.3. Средние баллы ЕГЭ инженеров и неинженеров по различным предметам

Предмет	Балл ЕГЭ неинженеров (среднее \pm с.к.о.)	Балл ЕГЭ инженеров (среднее \pm с.к.о.)	<i>p-value</i> *
Математика	82,85 \pm 8,40	84,39 \pm 8,38	~ 0
Физика	86,98 \pm 9,98	87,86 \pm 7,96	0,85
Информатика	83,12 \pm 10,24	85,60 \pm 9,65	0,02
Обществознание	79,91 \pm 11,01	88,80 \pm 8,56	0,06
Другой	80,79 \pm 10,93	80,57 \pm 13,92	0,94
Все	84,09 \pm 9,66	85,88 \pm 8,55	~ 0

*По критерию Манна-Уитни.

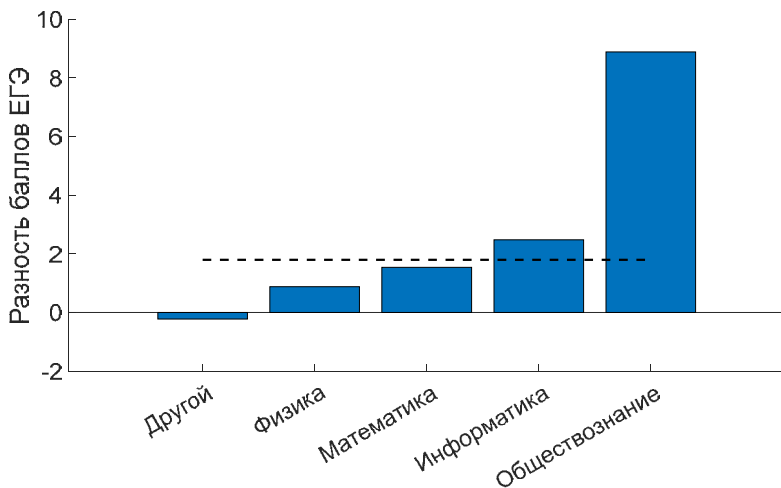


Рис. 4.8. Разности средних баллов ЕГЭ инженеров и неинженеров по различным предметам. Предметы отсортированы в порядке увеличения разности. Пунктирная линия проведена на уровне разности баллов ЕГЭ по всем предметам

Наименьшие (и статистически незначимые) различия в баллах ЕГЭ между инженерами и неинженерами наблюдаются по предметам категории «Другие» и по физике. Наибольшее различие – по обществознанию, но оно также не является значимым. Единственным предметом, где различие статистически значимо ($p < 0,01$), остается математика, несмотря на то, что величина этого различия невелика.

На рис. 4.9 показаны различия средних баллов ЕГЭ инженеров и неинженеров в разрезе регионов. Рассматриваются только регионы, студенты из которых составляют не менее 1 % от общего числа поступивших студентов.

Различия в баллах ЕГЭ между инженерами и неинженерами значимы только для четырех регионов (г. Москва, Московская обл., Краснодарский край, Курская обл.). Для большинства регионов различия отрицательные (баллы неинженеров превышают баллы инженеров), однако, они не являются статистически значимыми.

На рис. 4.10 показана диаграмма рассеяния регионов по средним баллам ЕГЭ по математике и физике среди инженеров и неинженеров.

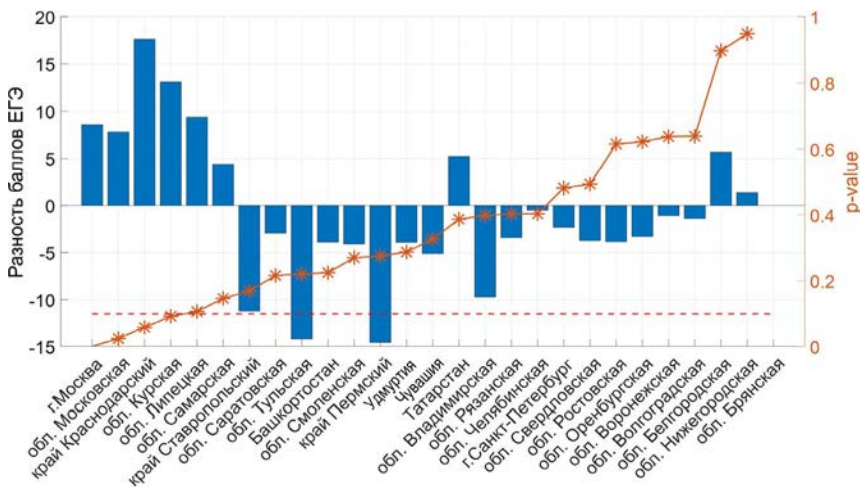


Рис. 4.9. Разность средних баллов ЕГЭ (суммарно по двум профильным предметам) инженеров и неинженеров в разрезе регионов. Регионы отсортированы в порядке уменьшения значимости разности (по критерию Манна-Уитни). На правой оси – соответствующие значения p -value

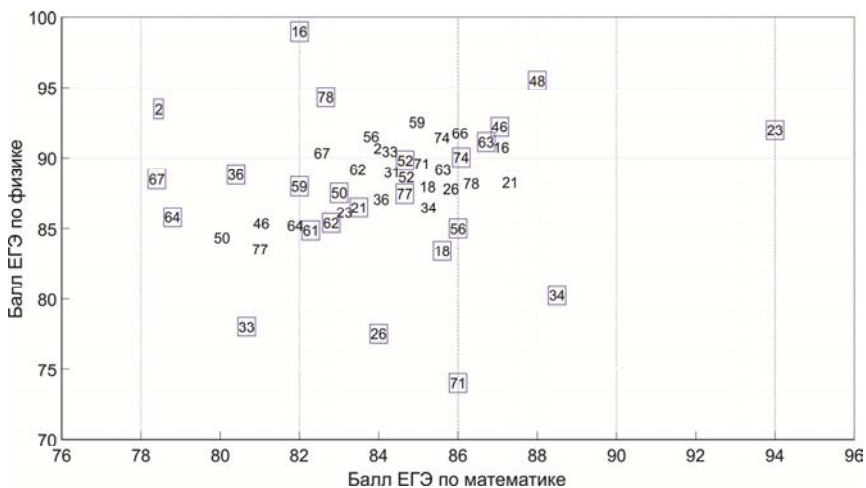


Рис. 4.10. Диаграмма рассеяния регионов по средним баллам ЕГЭ по математике и физике для неинженеров и инженеров. Каждая точка соответствует региону. Номера регионов без рамки соответствуют баллам неинженеров, номера в рамке – баллам инженеров

Из диаграммы видно, что наиболее высокие баллы ЕГЭ по математике имеют инженеры из регионов 23 (Краснодарский край), 34 (Волгоградская обл.), 48 (Липецкая обл.); по физике – из регионов 16 (Татарстан) и 48 (Липецкая обл.). Также можно заметить, что инженеры из ряда регионов имеют более низкие баллы ЕГЭ, чем неинженеры из других регионов как по математике, так и по физике (например, инженеры из Смоленской обл. (регион 67) уступают по математике всем остальным студентам, а инженеры из Тульской обл. (регион 71) уступают по физике всем остальным студентам). В целом, разброс регионов по баллам ЕГЭ для студентов с инженерными достижениями заметно выше, чем для студентов без инженерных достижений.

В табл. 4.4 приведены средние баллы ЕГЭ инженеров и неинженеров, обучавшихся в школах различных типов, сравнительная диаграмма разностей средних баллов приведена на рис. 4.11.

Таблица 4.4. Средние баллы ЕГЭ инженеров и неинженеров в разрезе типов школ

Тип школы	Балл ЕГЭ неинженеров (среднее \pm с.к.о.)	Балл ЕГЭ инженеров (среднее \pm с.к.о.)	<i>p-value</i> *
Школа	165,28 \pm 17,31	169,77 \pm 14,41	~ 0
Лицей	171,56 \pm 14,76	174,10 \pm 12,75	0,03
Гимназия	170,38 \pm 15,37	169,52 \pm 14,37	0,64
Другой	169,38 \pm 15,16	170,78 \pm 14,22	1,00
Все	168,14 \pm 16,47	171,81 \pm 13,79	~ 0

*По критерию Манна-Уитни.

Из таблицы видно, что средние баллы ЕГЭ инженеров превосходят средние баллы ЕГЭ неинженеров для всех типов школ, кроме гимназий. Статистически значимое различие (на уровне значимости 0,01) наблюдается только для выпускников общеобразовательных школ.

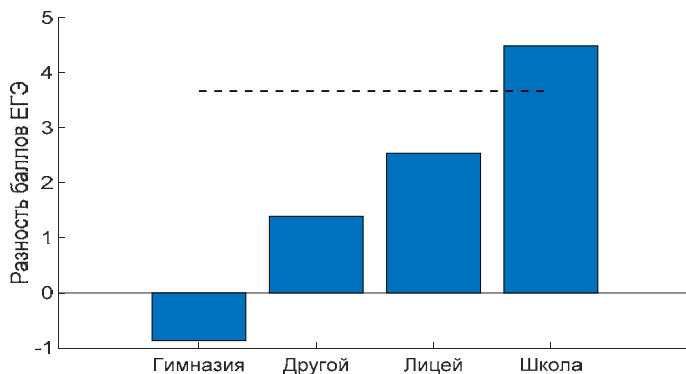


Рис. 4.11. Разности средних баллов ЕГЭ (суммарно по двум профильным предметам) инженеров и неинженеров, обучавшихся в школах различных типов. Типы школ отсортированы в порядке увеличения разности. Пунктирная линия проведена на уровне разности баллов ЕГЭ по всем типам школ

На рис. 4.12 показана диаграмма рассеяния типов школ по средним баллам ЕГЭ по математике и физике среди инженеров и неинженеров.



Рис. 4.12. Диаграмма рассеяния типов школ по средним баллам ЕГЭ по математике и физике для неинженеров и инженеров. Названия типов школ без рамки соответствуют баллам неинженеров, названия в рамке – баллам инженеров

Из диаграммы видно, что наивысшие баллы ЕГЭ – у инженеров из лицеев, наименьшие – у неинженеров из общеобразовательных школ.

Анализ довузовских инженерных достижений студентов выявляет системные закономерности, связывающие их происхождение, тип довузовской подготовки и факторы довузовской академической успеваемости. Полученные результаты формируют целостную картину, объясняющую, почему инженерная активность неравномерна среди разных групп и регионов.

Исследование выявило на первый взгляд парадоксальный факт: студентов с инженерными достижениями больше среди немедалистов, чем среди медалистов. Это противоречие разрешается, если рассматривать школьную медаль и инженерные достижения как маркеры разных образовательных стратегий. Медаль часто отражает успех в освоении формальной, универсальной школьной программы, требующей равномерного усердия по всем предметам. Инженерные же достижения, напротив, являются плодом глубокого, подчас узкоспециализированного интереса, сфокусированного на практическом применении знаний. Будущий инженер мог посвящать все свободное время программированию, робототехнике или проектам, сознательно или вынужденно жертвуя абсолютным совершенством в остальных школьных дисциплинах. Таким образом, инженерные немедалисты – это часто ярко выраженные «прагматики» и «энтузиасты», чья мотивация и талант лежат в плоскости решения конкретных прикладных задач, а не соответствия всем формальным критериям отличника.

География инженерной активности указывает на важность учета регионального контекста. Наибольший процент таких студентов из Челябинской и Самарской областей закономерен – эти регионы являются классическими индустриальными и технологическими центрами с мощными промышленными предприятиями и устоявшимися техническими традициями. Здесь инженерная культура является частью социальной среды, а поддержка технического творчества (через кружки, ресурсные центры, партнерство с вузами и заводами) создает плодотворную почву для раннего развития соответствующих навыков. Присутствие в лидерах Москвы, несмотря на общую низкую вовлеченность столичных студентов, объясняется эффектом масштаба и концентрации ресурсов: в мегаполисе су-

существует множество высокотехнологичных кружков, кванториумов и IT-школ, доступных мотивированным подросткам, что и формирует значимую по численности, хотя и не самую большую в процентном отношении, группу инженерно-ориентированных абитуриентов.

Как показало исследование, тип учебного заведения также играет ключевую роль. Максимальная доля студентов-инженеров среди выпускников лицеев напрямую вытекает из их профильной ориентации. Физико-математические и IT-лицеи целенаправленно интегрируют проектную деятельность и углубленное программирование в учебный план, поощряя и культивируя инженерный подход с самого начала. Напротив, гимназии, сохраняя сильную академическую подготовку, часто делают акцент на гуманитарных науках, классическом образовании и фундаментальных теориях, в меньшей степени поощряя сугубо прикладное, инженерное творчество. Это различие в образовательных парадигмах и создает наблюдаемый контраст.

Различия в баллах ЕГЭ между студентами с инженерными достижениями и без них также неоднородны по регионам и указывают на разные модели подготовки. Высокий разрыв в Москве и Московской области говорит о том, что местные «инженеры» – это часто целенаправленно готовившиеся абитуриенты, сфокусированные на своем профиле, в то время как остальные могут иметь более разнородные интересы и подготовку. В таких регионах, как Челябинская область, где инженерная культура массова, хорошая техническая подготовка является нормой для широкого круга школьников. Поэтому высокий средний уровень подготовки «немедалистов» в технических дисциплинах нивелирует разрыв с «инженерами». Инженерное достижение здесь в меньшей степени является уникальным маркером исключительности, а скорее свидетельствует о глубоком интересе в рамках общей сильной среды.

Наконец, большой разброс регионов по баллам ЕГЭ среди студентов с инженерными достижениями является прямым следствием неравенства инфраструктурных возможностей. Для студентов без таких достижений подготовка чаще ограничивается рамками стандартной школьной программы, более-менее унифицированной по стране. Для желанного инженерного достижения необходим доступ к дополнительным ресурсам: кружкам, современному оборудова-

нию, сильным наставникам. В регионах с развитой экосистемой поддержки технического творчества (Липецкая, Самарская области) школьники приходят к ЕГЭ с блестящей практической и теоретической базой. В регионах, где такая система отсутствует или слаба, инженерные достижения могут быть результатом кустарного, самостоятельного обучения, которое не гарантирует столь же высоких фундаментальных знаний. Это и приводит к ситуации, когда в одних регионах «инженеры» показывают очень высокие баллы ЕГЭ, а в других – весьма посредственные, в то время как их менее увлеченные сверстники из этих же регионов демонстрируют близкий, усредненный уровень.

4.2. Метрики академической успеваемости студентов с инженерными достижениями

В данном исследовании проводится анализ влияния довузовских достижений в инженерных конкурсах на успеваемость по учебным дисциплинам и наличие внеучебных достижений различных типов. Также анализируется динамика успеваемости студентов с инженерными достижениями по годам поступления в вуз и семестрам обучения, исследуется влияние региона и типа школы на успеваемость студентов с инженерными достижениями.

4.2.1. Анализ влияния инженерного фактора на успеваемость

В табл. 4.5 представлены средние баллы инженеров и неинженеров по предметам различных предметных модулей. Расчет разности проводился двумя способами: попредметно и подушно (см. раздел 2.5.4). В табл. 4.6 приведены значения *p-value* критерия Манна-Уитни для различий баллов инженеров и неинженеров.

На рис. 4.13 показаны разности средних баллов инженеров и неинженеров по предметам различных модулей за время обучения в вузе.

Таблица 4.5. Средние баллы олимпиадников и неолимпиадников по предметам различных предметных модулей

Модуль	Балл неинженеров (среднее \pm с.к.о.)		Балл инженеров (среднее \pm с.к.о.)	
	попредметно	подушно	попредметно	подушно
ЕНМ	75,47 \pm 11,16	74,89 \pm 7,13	75,42 \pm 11,19	74,65 \pm 6,96
ГМ	83,21 \pm 11,42	83,72 \pm 6,52	83,46 \pm 11,17	84,30 \pm 6,25
ОПМ	83,36 \pm 11,59	82,28 \pm 7,63	83,07 \pm 11,57	82,88 \pm 7,04
ПМ	84,61 \pm 11,21	83,45 \pm 7,93	83,68 \pm 11,12	82,86 \pm 7,58
Все	80,70 \pm 11,99	79,83 \pm 5,96	80,24 \pm 11,92	79,83 \pm 5,61

Таблица 4.6. Значения *p-value* критерия Манна-Уитни для различия баллов олимпиадников и неолимпиадников

	ЕНМ	ГМ	ОПМ	ПМ	Все
<i>p-value</i> попредметно	0,56	0,29	0,02	0	0
<i>p-value</i> подушно	0,35	0,02	0,16	0,07	0,91

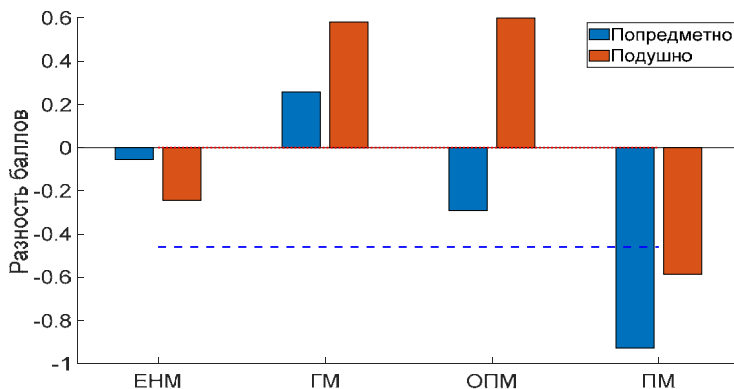


Рис. 4.13. Разности средних баллов инженеров и неинженеров по предметным модулям. Левые столбики – для попредметного расчета, правые столбики – для подушевого расчета. Пунктирная линия проведена на уровне средней попредметной разности баллов по предметам всех модулей, точечная линия – на уровне подушевой разности (≈ 0)

При подушвом способе расчета средний балл инженеров превышает средний балл неинженеров по предметам ГМ и ОПМ. По предметам ЕНМ и ПМ средний балл инженеров ниже среднего балла неинженеров. Однако все различия в баллах не являются статистически значимыми (на уровне значимости 0,01). Таким образом, можно заключить, что наличие инженерных достижений не влияет на успеваемость студента ни по одному предметному модулю.

На рис. 4.14, 4.15 приведены подушвые распределения баллов инженеров и неинженеров по предметам различных модулей.

Визуально существенных различий между баллами инженеров и неинженеров не видно ни по одному предметному модулю. Можно только отметить небольшое смещение влево распределения баллов инженеров по предметам ПМ.

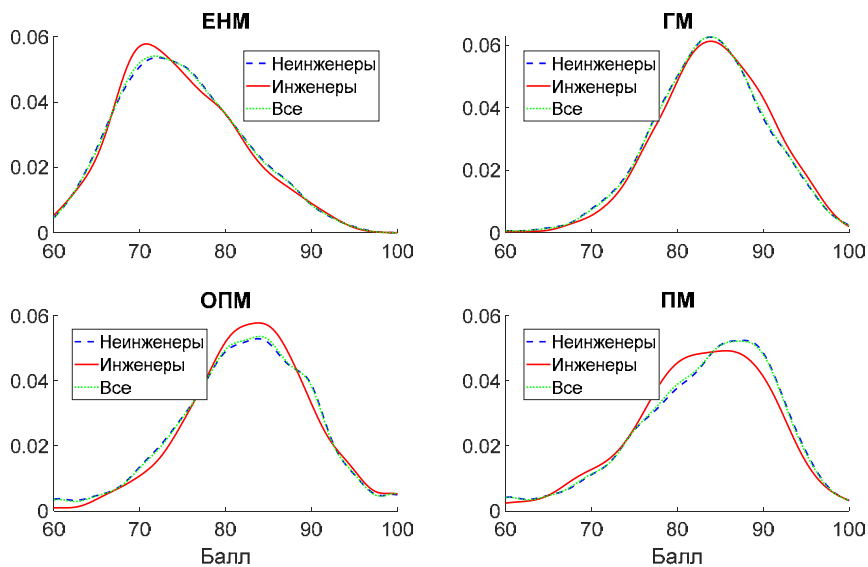


Рис. 4.14. Распределения баллов инженеров и неинженеров по предметам различных модулей. Графики сгруппированы по предметным модулям

На рис. 4.16 показаны дисциплины, по которым наблюдается наибольшее различие между инженерами и неинженерами. Редкие

дисциплины (с числом обучавшихся студентов за все годы менее 500 человек) из рассмотрения исключены.

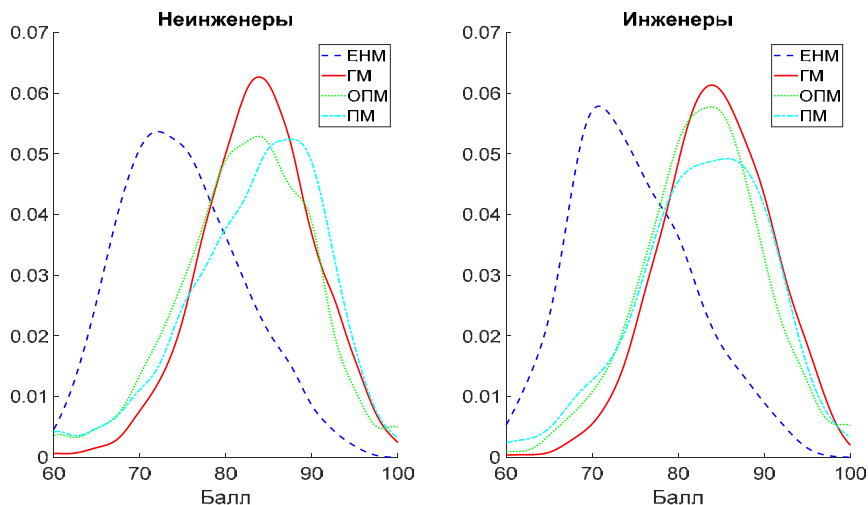


Рис. 4.15. Распределения баллов инженеров и неинженеров по предметам различных модулей. Графики сгруппированы по олимпиадному фактору

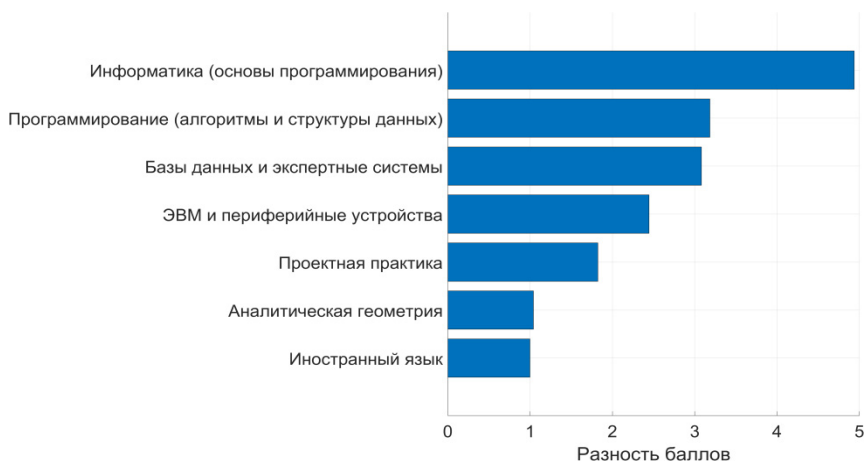


Рис. 4.16. Различия в средних баллах инженеров и неинженеров по учебным дисциплинам. Предметы отсортированы в порядке уменьшения различий. Все различия значимые ($p < 0,01$ по критерию Манна-Уитни)

Инженеры превосходят неинженеров в основном по дисциплинам, связанным с программированием, а также в проектной практике, аналитической геометрии и иностранному языку. Предметы, по которым наблюдалось бы значимое превосходство неинженеров над инженерами, отсутствуют.

4.2.2. Динамика баллов студентов с инженерными достижениями

На рис. 4.17 показана динамика средних баллов инженеров и неинженеров в зависимости от года поступления в вуз.

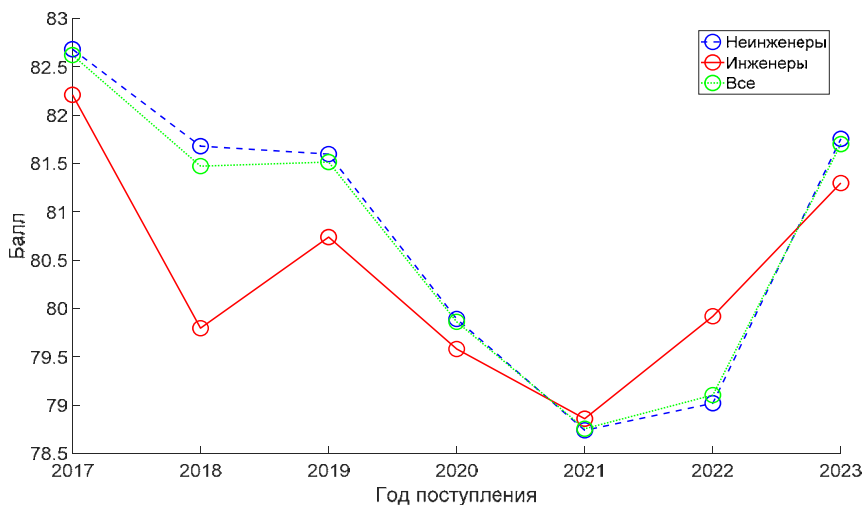


Рис. 4.17. Динамика средних баллов инженеров и неинженеров по всем предметам за время обучения в вузе (по оси абсцисс – год поступления в вуз)

Динамика в период 2017–2021 гг. негативная. Увеличение среднего балла в 2022–2023 гг., вероятно, связано с тем, что студенты 2022 года набора проучились только два года, а студенты 2023 года набора – только один год на момент проведения исследования. Также можно заметить, что баллы инженеров и неинженеров демонстрируют схожую динамику за исключением провала баллов инженеров в 2018 году.

На рис. 4.18 показана динамика изменения среднего балла студентов в зависимости от семестра обучения.

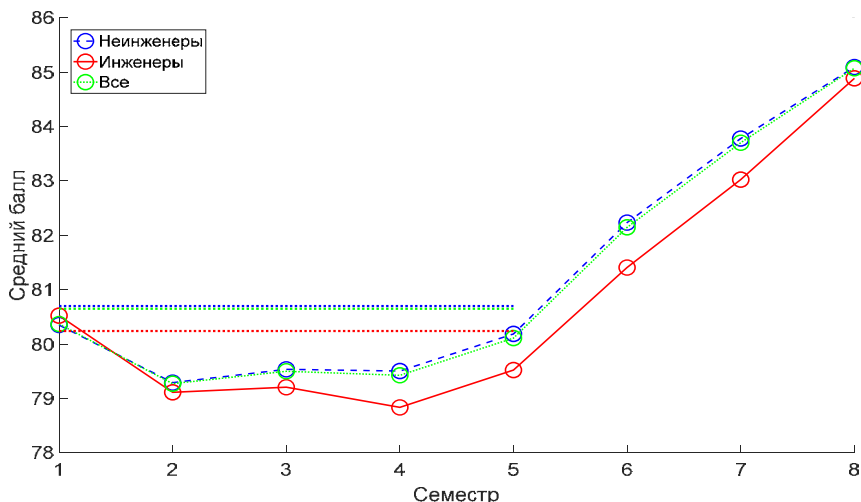


Рис. 4.18. Динамика средних баллов инженеров и неинженеров в зависимости от семестра обучения (по всем предметам за все годы набора, использовался попредметный способ расчета). Пунктирные линии проведены на уровнях средних баллов инженеров, неинженеров и всех студентов за все семестры обучения

Из графиков можно заметить следующее:

- различия между баллами инженеров и неинженеров в течение первых трех семестров практически отсутствуют;
- на протяжении с 4-го по 7-й семестры баллы инженеров ниже, чем баллы неинженеров, а на 8-м семестре баллы инженеров и неинженеров практически одинаковые;
- баллы инженеров и неинженеров демонстрируют схожую динамику по семестрам: резкий спад балла на втором семестре, примерно постоянный балл на протяжении 2–4 семестров и рост балла с 4-го семестра;
- в течение первых пяти семестров баллы за семестр находятся ниже средних баллов за все время обучения, а после пятого семестра – выше, как у инженеров, так и у неинженеров.

4.2.3. Анализ влияния региона и типа школы на баллы студентов с инженерными достижениями

На рис. 4.19 приведены диаграммы рассеяния регионов по средним баллам инженеров и неинженеров за предметы различных предметных модулей.

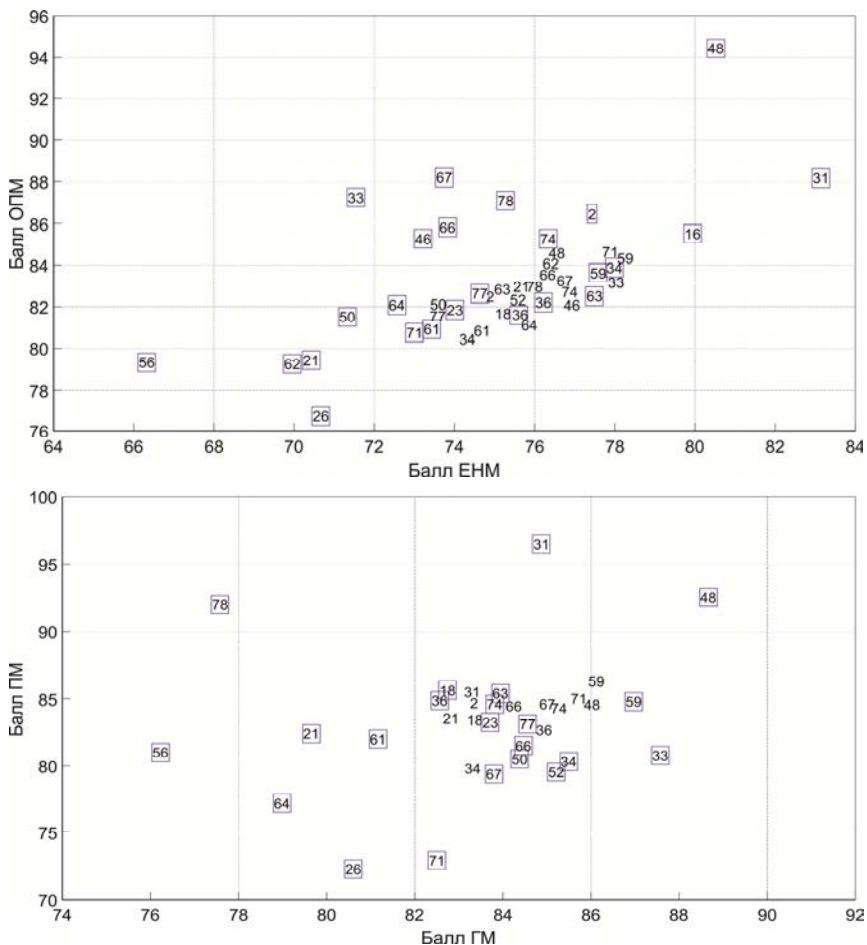


Рис. 4.19. Диаграммы рассеяния регионов по средним баллам инженеров и неинженеров за предметы различных предметных модулей. Каждая точка соответствует региону. Номера регионов без рамки соответствуют баллам неинженеров, номера в рамке – баллам инженеров

Из диаграмм видно, что регионы инженеров и неинженеров не разделяются четко по баллам. Можно отметить, что разброс баллов инженеров по любому предметному модулю довольно широкий и выше разброса баллов неинженеров. Инженеры из одних регионов (например, Липецкая обл. (регион 48) и Белгородская обл. (регион 31)) демонстрируют самые высокие баллы, а из других регионов (Оренбургская обл. (регион 56) и Ставропольский край (регион 26)) – самые низкие. Вероятно, это означает, что инженерный фактор следует рассматривать совместно с регионом. Также отметим, что многие различия между регионами не являются статистически значимыми вследствие небольшого числа студентов с инженерными достижениями из большинства регионов.

На рис. 4.20 показана диаграмма рассеяния регионов по средним баллам инженеров и неинженеров по всем предметным модулям.

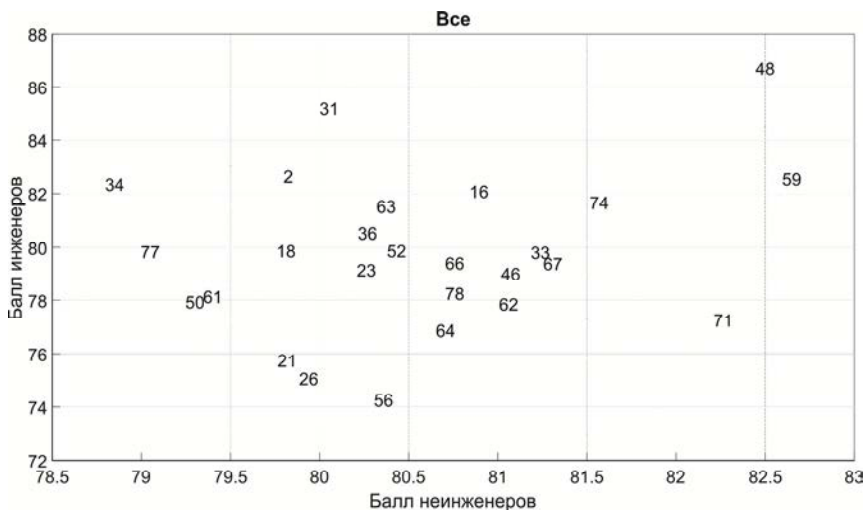


Рис. 4.20. Диаграммы рассеяния регионов по средним баллам инженеров и неинженеров по всем предметным модулям. Каждая точка соответствует региону

Из диаграммы видно, что неинженеры из Тульской обл. (регион 71), Липецкой обл. (регион 48), Пермского края (регион 59) превосходят всех остальных неинженеров. Инженеры с наивысшими баллами – из Липецкой и Белгородской областей (регион 31).

На рис.4.21 показаны средние баллы инженеров и неинженеров по предметам различных модулей (за все время обучения в вузе) в разрезе типа школы.

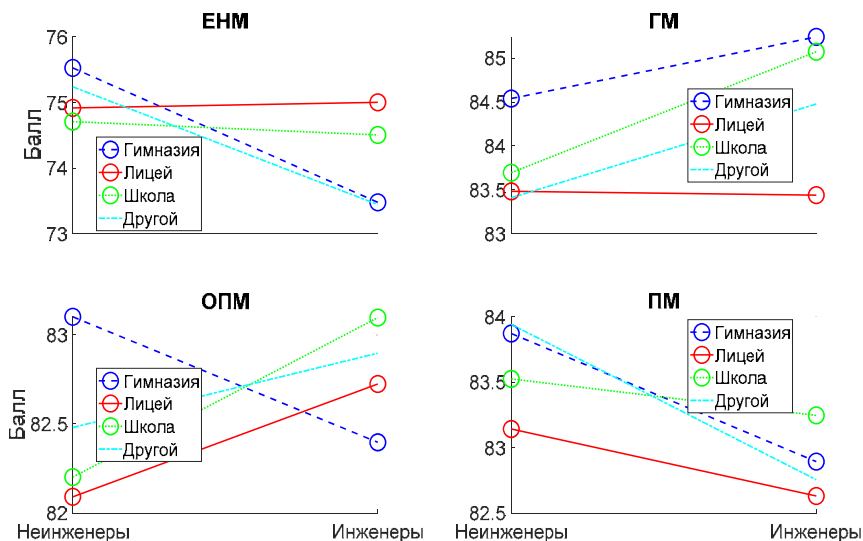


Рис. 4.21. Средние баллы инженеров и неинженеров по предметам различных модулей (за все время обучения в вузе) в разрезе типа школы

Различия между выпускниками лицеев и общеобразовательных школ, имеющими и не имеющими инженерных достижений, практически отсутствуют по предметам ЕНМ. По предметам ПМ инженеры уступают неинженерам, независимо от типа школы.

4.2.4. Анализ влияния инженерного фактора на внеучебные достижения студента

На рис. 4.22 показаны доли активных студентов среди инженеров и неинженеров в разрезе типов достижений (отношения числа активных инженеров, активных неинженеров и активных студентов к общему числу инженеров, неинженеров и всех поступивших студентов соответственно).

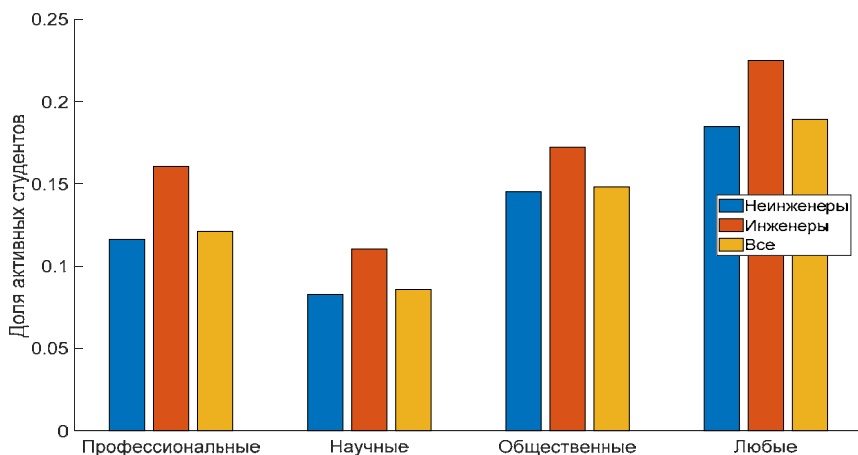


Рис. 4.22. Доли активных студентов среди инженеров, неинженеров и всех поступивших студентов

Среди инженеров доли активных студентов выше по любому типу достижений, чем среди неинженеров. Все различия между долями инженеров и неинженеров значимы ($p < 0,01$ по двухпропорциональному тесту), кроме различий по общественным достижениям ($p = 0,02$). Наибольшее различие между процентом активных инженеров среди всех инженеров и процентом активных неинженеров среди всех неинженеров – по профессиональным достижениям. Таким образом, можно заключить, что наличие довузовских инженерных достижений является значимым фактором активности студента во внеучебных студенческих достижениях, особенно проявляющимся в профессиональных достижениях.

На рис. 4.23 показана диаграмма рассеяния категорий студентов (без достижений и имеющих различные типы внеучебных достижений) по средним баллам за предметы различных предметных модулей среди инженеров и неинженеров.

Из диаграмм не видно четких различий в баллах инженеров и неинженеров из различных категорий. Можно заметить, что студенты, имеющие достижения нескольких типов (совместные) и при этом не имевшие школьных инженерных достижений, демонстрируют наивысшие баллы по предметам всех предметных модулей, существенно опережая остальных студентов по предметам ПМ.

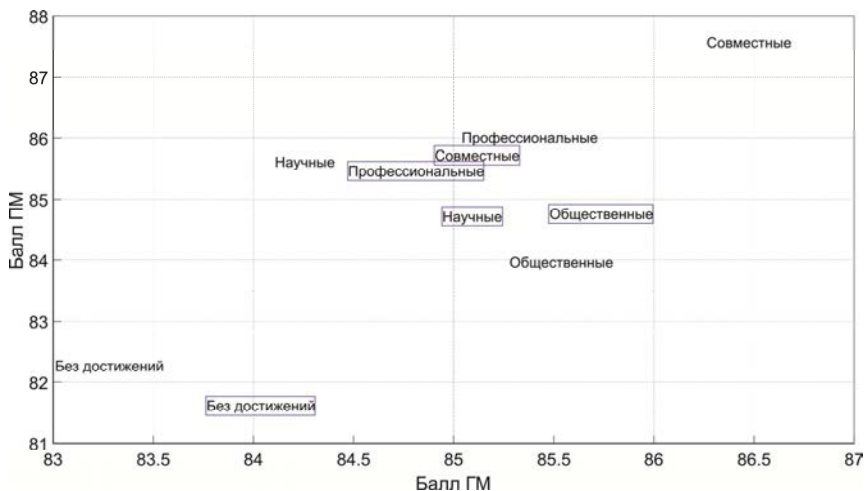
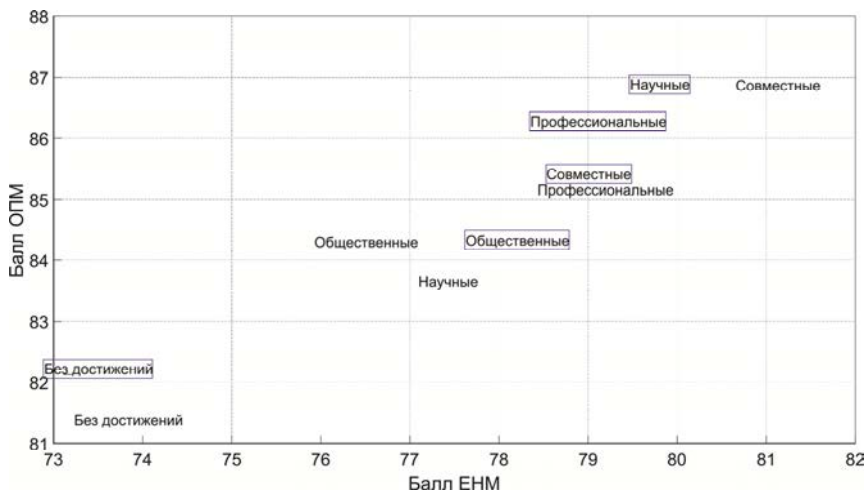


Рис. 4.23. Диаграмма рассеяния категорий студентов (имеющих только профессиональные достижения, только научные достижения, только общественные достижения, имеющих достижения более одного типа (совместные) и не имеющих достижений) по средним баллам за предметы различных предметных модулей. Названия категорий студентов без рамки соответствуют баллам неинженеров, названия в рамке – баллам инженеров

Анализ успеваемости студентов с инженерными достижениями выявляет сложную динамику, где первоначальные преимущества со временем трансформируются под влиянием образовательной траектории и внешних факторов. На начальных этапах обучения такие студенты демонстрируют явное превосходство в дисциплинах, связанных с программированием и проектной практикой, что является прямым следствием их допрофессиональной подготовки. Сформированные еще до вуза компетенции – алгоритмическое мышление, владение инструментами разработки и проектное мышление – позволяют им не просто усваивать теорию, а эффективно применять знания на практике. Видя в учебных задачах поле для реализации своих идей, они превращают академические дисциплины в естественное продолжение инженерной деятельности.

Однако эта образовательная траектория претерпевает значительные изменения к четвертому семестру, когда успеваемость студентов-инженеров начинает снижаться относительно сверстников. Эффект выравнивания проявляется в нескольких аспектах: возрастает сложность теоретических дисциплин, где преимущество практиков уже не столь значительно; сами студенты вовлекаются в серьезные внешние проекты и работу, перераспределяя временные и когнитивные ресурсы; происходит осознанная смена приоритетов в пользу построения профессионального портфолио. К восьмому семестру успеваемость сравнивается благодаря фокусировке всех студентов на дипломной работе, где сочетание теоретической и практической составляющих позволяет каждой группе проявить свои сильные стороны.

Географический анализ выявляет существенный разброс успеваемости по регионам среди студентов с инженерными достижениями, что отражает неравенство образовательных возможностей. В регионах с развитой системой дополнительного образования, таких как Липецкая область, сложилась эффективная экосистема поддержки технического творчества через кружки, кванториумы и сотрудничество с предприятиями. В то же время в регионах со слабой инфраструктурой инженерные достижения часто оказываются результатом менее системной подготовки, что проявляется в более низкой фундаментальной подготовке студентов.

Особого внимания заслуживает дифференциация влияния инженерного опыта в зависимости от типа предыдущего образования.

Для выпускников лицеев с физико-математическим уклоном наличие инженерных достижений не становится значимым фактором успеха, поскольку их образовательная среда изначально обеспечивает высокий уровень фундаментальной подготовки и включает проектные форматы работы как неотъемлемую часть учебного процесса. Иная картина наблюдается среди выпускников общеобразовательных школ, где инженерные достижения служат маркером мотивации и самостоятельности, но часто достигаются ценой недостаточного внимания к теоретической базе. Это приводит к парадоксальной ситуации, когда практические успехи в школе оборачиваются трудностями в освоении фундаментальных дисциплин в вузе, где именно теоретическая подготовка становится критическим фактором академических достижений.

4.3. Исследование совместного влияния олимпиадного фактора и инженерных достижений на метрики академической успеваемости

В данном исследовании олимпиадный и инженерный факторы рассматриваются совместно. В зависимости от наличия олимпиадных или инженерных достижений, студент попадает в одну из четырех категорий: «неолимпиадник-неинженер», «неолимпиадник-инженер», «олимпиадник-неинженер», «олимпиадник-инженер».

Проводится анализ статистической связи олимпиадного и инженерного факторов с типом школы и баллами ЕГЭ, а также исследуются различия в метриках академической успеваемости студентов в разрезе этих двух факторов.

4.3.1. Анализ связи олимпиадного, инженерного и других довузовских факторов

В табл. 4.7 показано совместное распределение олимпиадников и инженеров, а на рис. 4.24 – соотношение долей олимпиадников и инженеров. Количество олимпиадников-инженеров среди 7034 студентов – 230 (3,3 %).

Таблица 4.7. Совместное распределение олимпиадников и инженеров

	Неинженеры	Инженеры	Все
Неоолимпиадники	4652	539	5191
Олимпиадники	1613	230	1843
Все	6265	769	7034

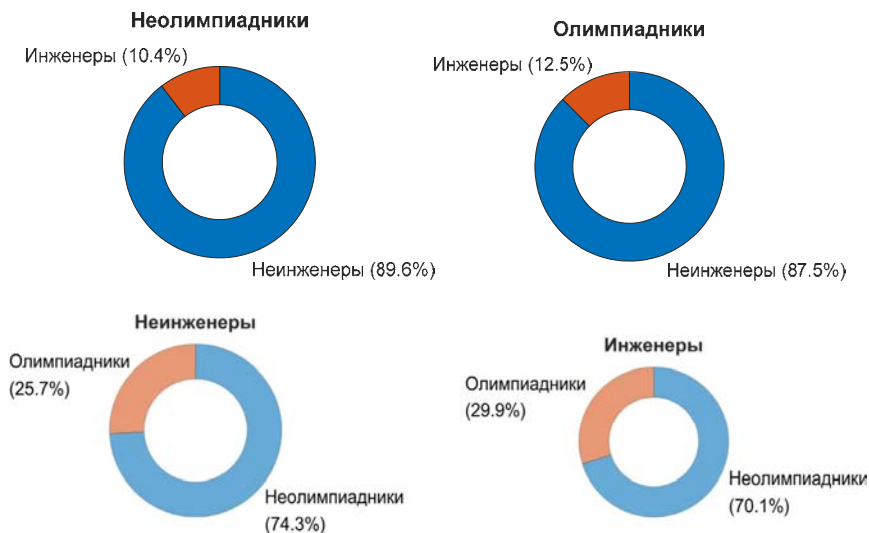


Рис. 4.24. Соотношение долей олимпиадников и инженеров

Из рис. 4.24 видно, что доли инженеров среди олимпиадников и неоолимпиадников примерно одинаковые. Также доли олимпиадников среди инженеров и неинженеров примерно одинаковые. Это говорит о том, что факторы наличия инженерных достижений и олимпиадного опыта статистически слабо связаны, значимая связь отсутствует на уровне значимости 0,01 ($p \approx 0,014$ по статистическому тесту «хи-квадрат»).

На рис. 4.25 показана диаграмма рассеяния различных категорий студентов по средним баллам ЕГЭ по математике и физике.

Из диаграммы видно, что наивысшие средние баллы ЕГЭ по математике и физике имеют олимпиадники, не зависимо от того, есть ли у них инженерные достижения. Студенты из категории «неоолимпиадник-неинженер» имеют самые низкие баллы ЕГЭ. Баллы

неолимпиадников-инженеров находятся на уровне среднего балла всех студентов. Таким образом, фактор наличия инженерных достижений влияет на балл ЕГЭ только для неолимпиадников.

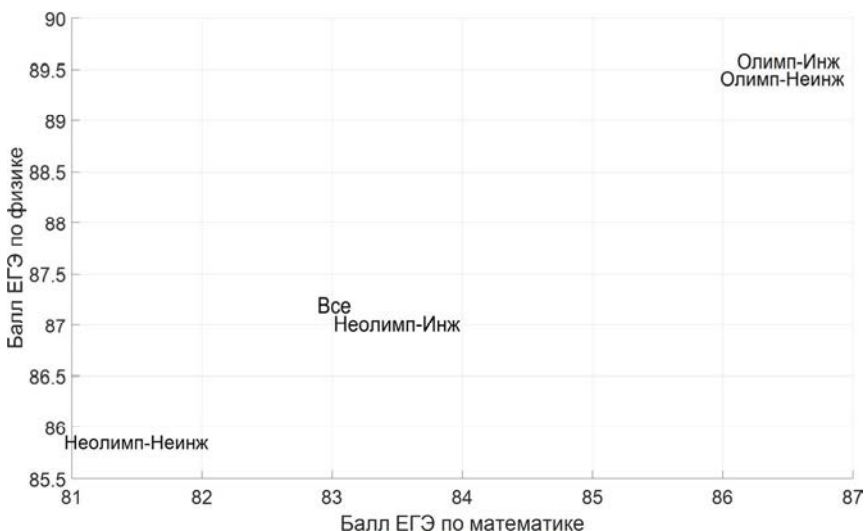


Рис. 4.25. Диаграмма рассеяния различных категорий студентов (неолимпиадник-неинженер, неолимпиадник-инженер, олимпиадник-неинженер, олимпиадник-инженер и все студенты) по средним баллам ЕГЭ по математике и физике

На рис. 4.26 показана диаграмма рассеяния типов школ по долям окончивших их олимпиадников и инженеров.

Из диаграммы видно, наибольшие доли олимпиадников и инженеров среди выпускников лицеев и школ категории «Другой», наименьшая доля олимпиадников среди выпускников школ, наименьшая доля инженеров – среди выпускников гимназий. Таким образом, можно заключить, что между факторами олимпиадных достижений, инженерных достижений и типом школы имеется статистическая связь.

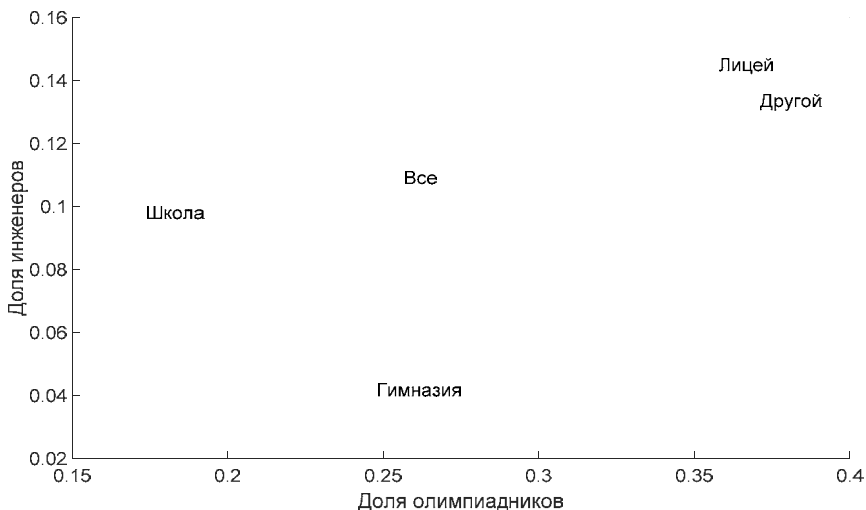


Рис. 4.26. Диаграмма рассеяния типов школ по долям олимпиадников и инженеров

4.3.2. Исследование влияния олимпиадного и инженерного факторов на успеваемость

На рис. 4.27, 4.28 показаны средние баллы студентов по предметам различных предметных модулей в разрезе олимпиадного и инженерного факторов.

Из рис. 4.27, 4.28 можно сделать следующие выводы.

1. По предметам ЕНМ:

- наличие инженерных достижений у олимпиадников приводит к более высоким баллам по предметам, а у неолимпиадников – уменьшает балл;

- наличие олимпиадных достижений увеличивает балл как у инженеров, так и у неинженеров, при этом у инженеров увеличение балла больше, чем у неинженеров.

2. По предметам ГМ:

- наличие инженерных достижений увеличивает балл как у олимпиадников, так и у неолимпиадников;

- наличие олимпиадных достижений уменьшает балл как у инженеров, так и у неинженеров.

3. По предметам ОПМ:

- наличие инженерных достижений увеличивает балл как у олимпиадников, так и у неолимпиадников, при этом у олимпиадников увеличение балла более выражено, чем у неолимпиадников;
- наличие олимпиадных достижений увеличивает балл у инженеров и уменьшает балл у неинженеров.

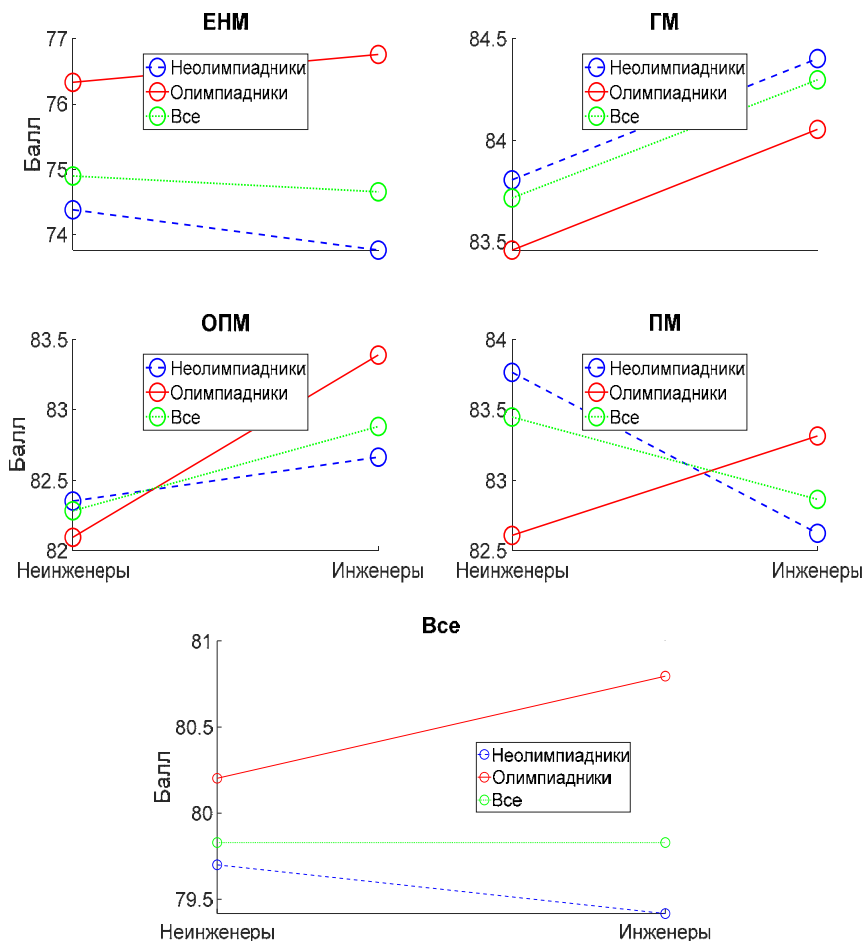


Рис. 4.27. Средние баллы студентов по предметам различных предметных модулей в разрезе олимпиадного и инженерного факторов. Графики сгруппированы по инженерному фактору

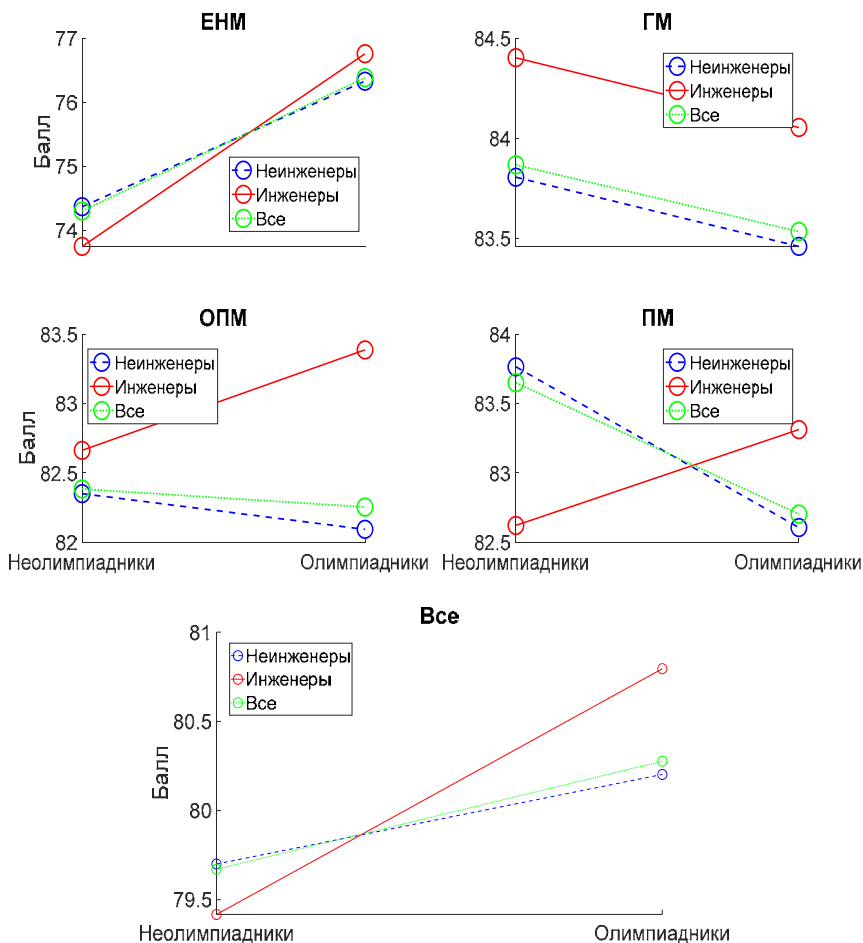


Рис. 4.28. Средние баллы студентов по предметам различных предметных модулей в разрезе олимпиадного и инженерного факторов. Графики сгруппированы по олимпиадному фактору

4. По предметам ПМ:

- наличие инженерных достижений увеличивает балл у олимпиадников и уменьшает балл у неолимпиадников;
- наличие олимпиадных достижений увеличивает балл у инженеров и уменьшает балл у неинженеров

5. По всем предметам:

– инженерный фактор практически не влияет на средний балл студентов по всем предметам, при этом наличие инженерных достижений у олимпиадников приводит к более высоким баллам по предметам, а у неолимпиадников – уменьшает балл;

– наличие олимпиадных достижений положительно влияет на средний балл студентов по всем предметам, при этом, в большей степени увеличивается балл у студентов с инженерными достижениями.

На рис. 4.29 показаны средние баллы за предметы различных предметных модулей и доверительные интервалы для рассматриваемых четырех категорий студентов.

Можно сделать следующие выводы:

– для любого предметного модуля различия между баллами неолимпиадников с инженерными достижениями и без достижений не значимы (на уровне значимости 0,05); также незначимы различия между баллами олимпиадников, имеющих и не имеющих инженерных достижений, т.е. инженерный фактор не оказывает значимого влияния на балл ни по одному предметному модулю как среди олимпиадников, так и среди неолимпиадников.

– для предметов ЕНМ различия между баллами инженеров с олимпиадными достижениями и без достижений статистически значимы (на уровне значимости 0,05); также значимы различия между баллами неинженеров, имеющих и не имеющих олимпиадных достижений, т.е. олимпиадный фактор оказывает значимое влияние на балл как среди инженеров, так и среди неинженеров;

– для предметов ГМ олимпиадный фактор не оказывает значимого влияния на балл по предметам как среди инженеров, так и среди неинженеров; единственное статистически значимое различие в баллах наблюдается между неолимпиадниками-инженерами и олимпиадниками-неинженерами (балл первых выше);

– для предметов ОПМ олимпиадный фактор не оказывает значимого влияния на балл по предметам как среди инженеров, так и среди неинженеров; различия в баллах между всеми четырьмя категориями студентов не являются значимыми;

– для предметов ПМ олимпиадный фактор оказывает значимое влияние на балл по предметам только для неинженеров – балл у неолимпиадников без инженерных достижений выше, чем у олим-

пиадников без инженерных достижений; для инженеров олимпиад-
ный фактор не оказывает значимого влияния на балл по предметам.

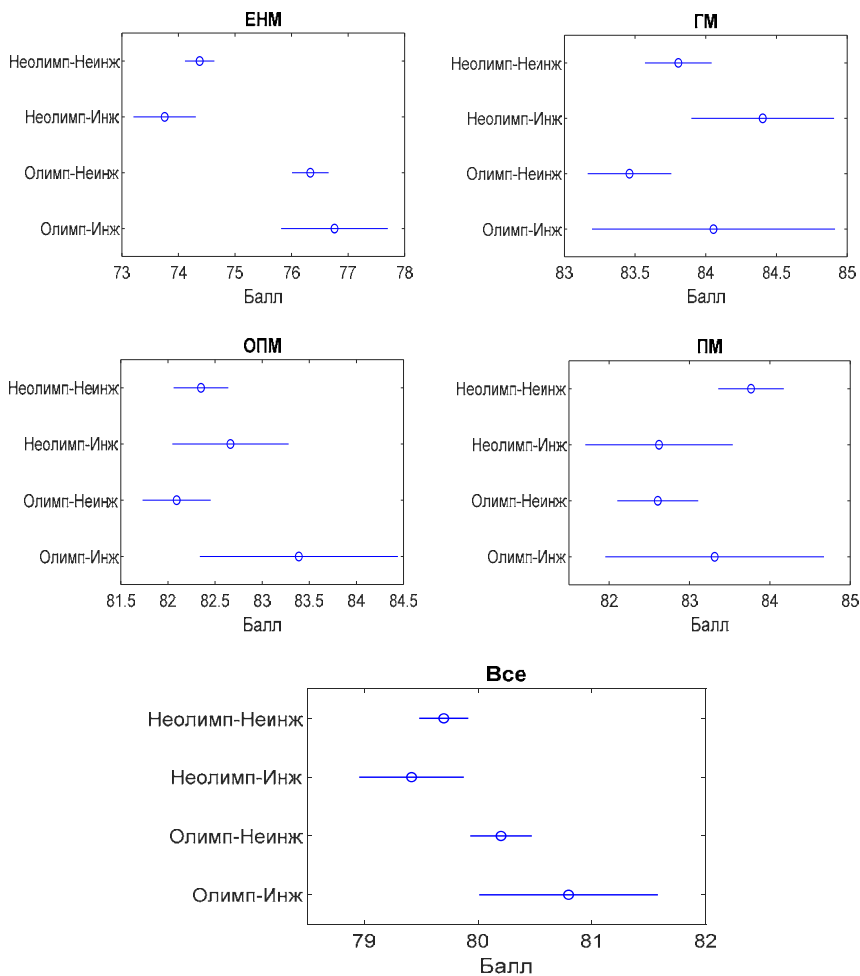


Рис. 4.29. Средние баллы по предметам различных предметных модулей для следующих групп студентов: неолимпиадники-неинженеры, неолимпиадники-инженеры, олимпиадники-неинженеры, олимпиадники-инженеры. Показаны средние баллы и доверительные интервалы для них (скорректированные на множественные сравнения, уровень значимости 0,05)

4.3.3. Влияние олимпиадного и инженерного факторов на внеучебные достижения студента

На рис. 4.30, 4.31 показаны доли студентов, имеющих достижения различных типов (профессиональные, научные, общественные, любые), в разрезе олимпиадного и инженерного факторов.

Для любого типа внеучебных достижений доля активных студентов среди студентов с довузовскими инженерными достижениями выше, чем среди студентов без инженерных достижений, не зависимо от олимпиадного фактора. Также доля активных студентов среди олимпиадников выше, чем среди неолимпиадников, не зависимо от наличия инженерных достижений. Таким образом, и олимпиадный фактор, и инженерный фактор положительно влияют на наличие внеучебных достижений любого типа.

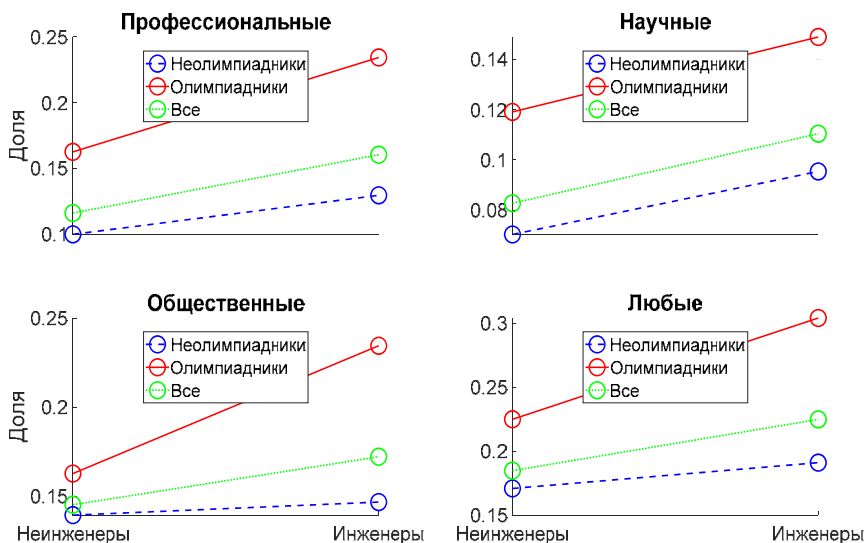


Рис. 4.30. Доли студентов, имеющих достижения различных типов, в разрезе олимпиадного и инженерного факторов. Графики сгруппированы по инженерному фактору

На рис. 4.32 показаны доли студентов, имеющих внеучебные достижения различных типов, и доверительные интервалы для рассматриваемых четырех категорий студентов.

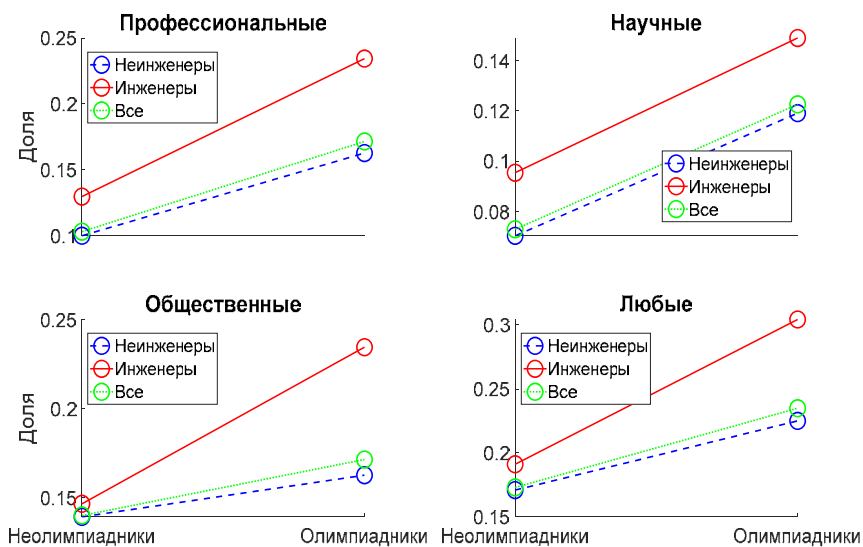


Рис. 4.31. Доли студентов, имеющих достижения различных типов, в разрезе олимпиадного и инженерного факторов. Графики сгруппированы по олимпиадному фактору

Из рис. 4.32 можно сделать следующие выводы:

- *по профессиональным достижениям* – олимпиадный фактор оказывает значимое влияние на долю активных студентов как среди инженеров, так и среди неинженеров; инженерный фактор оказывает значимое влияние на долю только среди олимпиадников;
- *по научным достижениям* – олимпиадный фактор оказывает значимое влияние на долю активных студентов только среди неинженеров; инженерный фактор не оказывает значимого влияния на долю как среди олимпиадников, так и неолимпиадников;
- *по общественным достижениям* – олимпиадный фактор оказывает значимое влияние на долю активных студентов только среди инженеров; инженерный фактор оказывает значимое влияние на долю только среди олимпиадников;
- *по любым достижениям* – олимпиадный фактор оказывает значимое влияние на долю активных студентов как среди инженеров, так и среди неинженеров; инженерный фактор оказывает значимое влияние на долю только среди олимпиадников.

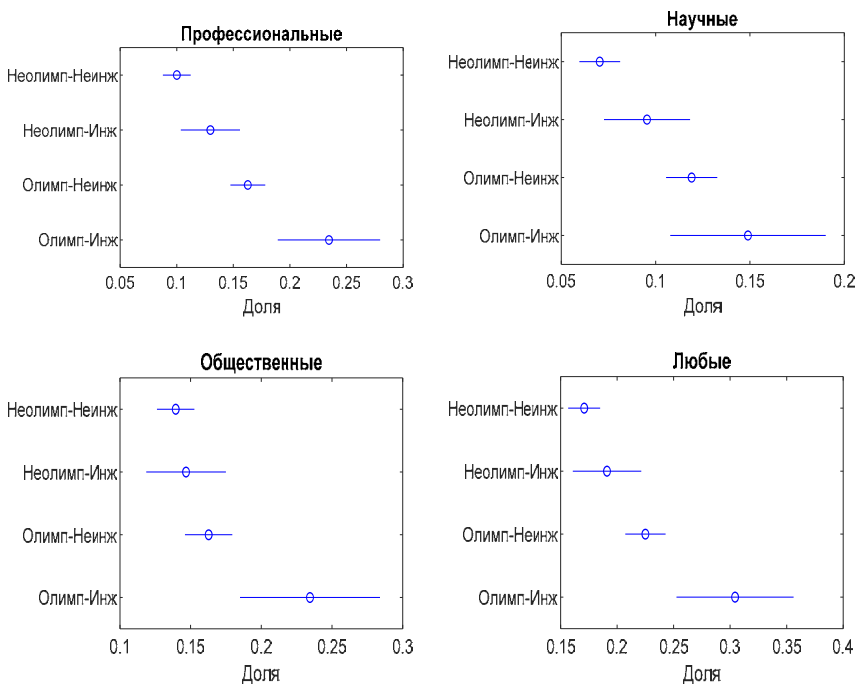


Рис. 4.32. Доли студентов, имеющих внеучебные достижения различных типов, для следующих групп студентов: неолимпиадники-неинженеры, неолимпиадники-инженеры, олимпиадники-неинженеры, олимпиадники-инженеры. Показаны доли и доверительные интервалы для них (скорректированные на множественные сравнения, уровень значимости 0,05)

В ходе исследования установлено, что факторы наличия инженерных достижений и олимпиадного опыта практически независимы. Это можно объяснить тем, что олимпиады и инженерные конкурсы требуют различных, хотя и частично пересекающихся, компетенций. Олимпиады представляют собой индивидуальные интеллектуальные соревнования, нацеленные на решение нестандартных, но четко сформулированных теоретических задач в условиях ограниченного времени. Ключ к успеху – абстрактное мышление, глубина понимания и скорость. Инженерные конкурсы – это, как правило, практико-ориентированная, часто командная деятельность, нацеленная на создание работающего прототипа, устройства или программного продукта в течение длительного

времени. Здесь востребуются прикладные навыки, креативность, проектный менеджмент, работа в команде, терпение. Школьник может быть блестящим «теоретиком-одиночкой» (олимпиадник) или увлеченным «практиком-изобретателем» (инженер), и эти роли не обязательно совпадают в одном человеке. Их объединяет общий высокий потенциал, но проявляется он в разных сферах. Эти два фактора отражают разные «измерения» таланта, поэтому они статистически независимы: наличие одного не предопределяет наличие другого.

Интересно, что наличие инженерных достижений влияет на балл ЕГЭ только у неолимпиадников. У олимпиадников же балл ЕГЭ по профильным предметам итак достаточно высок (близок к максимуму). Дополнительный инженерный опыт не может существенно его повысить, так как для олимпиадника ЕГЭ – это относительно простая задача. Результаты олимпиадников уже находятся на пределе возможностей экзамена. Для неолимпиадников инженерные достижения являются маркером глубокого, осознанного интереса к инженерии и высокой мотивации. Эта мотивация заставляет их более серьезно и эффективно готовиться к ЕГЭ, чтобы поступить в желаемый вуз. Таким образом, инженерный фактор «подтягивает» их балл ЕГЭ до уровня, превышающего средний по группе не-олимпиадников.

Анализ результатов исследования показал, что выпускники лицеев и школ категории «другой» близки по долям окончивших их олимпиадников и инженеров, а эти доли существенно отличаются от общеобразовательных школ. Этот факт требует отдельного изучения. Можно предположить, что лицеи и школы «другого» типа (колледжи, центры образования) – это «целевые» образовательные экосистемы. Они часто имеют углубленную профилизацию (физико-математическую, инженерно-техническую). Их образовательная среда одновременно культивирует и олимпиадное движение, и проектную, инженерную деятельность. Ученик такого заведения погружен в среду, где оба пути развития считаются престижными и доступными. В то же время общеобразовательные школы – это «широкая воронка»: в них, как правило, нет системной работы ни по подготовке к олимпиадам, ни по ведению инженерных проектов. Успех в этих сферах – чаще результат личной инициативы ученика и помощи родителей/репетиторов. Из-за отсутствия под-

держивающей среды в таких школах реже готовят олимпиадников, а инженерные кружки и конкурсы – редкость. Поэтому оба показателя у них низкие.

Исследование также продемонстрировало, что инженерный фактор негативно влияет на балл студентов по предметам ЕНМ и ПМ для неолимпиадников и позитивно – для олимпиадников. Возможно, что на это влияет ряд обстоятельств. Студент-неолимпиадник, имеющий инженерные достижения, – это, как правило, сильный «практик». Однако учеба на младших курсах (ЕНМ) требует глубокого погружения, прежде всего, в теорию. Увлечение прикладной стороной может мешать студенту сосредоточиться на сложной фундаментальной теории, что и приводит к относительно более низким баллам. Для олимпиадника, который является сильным «теоретиком», инженерный опыт становится комплиментарным активом. Он помогает ему понять практическую ценность абстрактных теорий, изучаемых в ЕНМ и ПМ, что углубляет понимание и повышает мотивацию. Это сочетание «глубокой теории» и «понимания практики» и дает максимальный результат.

Требует осмысления, почему олимпиадный фактор позитивно влияет на балл по предметам ОПМ и ПМ для студентов с инженерными достижениями и негативно – для студентов без инженерных достижений. Очевидно, что наличие позитивного опыта участия в олимпиадах и инженерных конкурсах ведет к проявлению эффекта «золотого гибрида». Студент, сочетающий в себе олимпиадное мышление (глубина, логика) и инженерный опыт (практика, применение), идеально подготовлен к освоению профессиональных дисциплин (ОПМ, ПМ). Он видит в них не просто набор знаний, а систему, которую можно анализировать и применять, в то время как студент, обладающий только олимпиадным опытом, может испытывать разочарование от прикладных и зачастую рутинных аспектов инженерных дисциплин (ОПМ, ПМ). Его мышление настроено на быстрые, элегантные решения, а не на долгую, кропотливую проектную работу. Это приводит к снижению мотивации и, как следствие, успеваемости.

Как показало исследование, инженерный фактор не оказывает значимого влияния на внеучебные достижения неолимпиадников, и при этом его влияние на достижения олимпиадников оказывается значимым. Для неолимпиадников инженерный опыт – это их «ос-

новой канал» активности. Их довузовские достижения уже лежат в этой плоскости. Придя в вуз, они продолжают эту линию, концентрируясь в основном на профессиональных достижениях (хакатонах, инженерных конкурсах). На научную и особенно общественную активность этот фактор значимо не влияет. Что касается олимпиадников, то для них инженерный опыт выступает «катализатором» и «расширителем» горизонта. Олимпиадник по своей природе – интеллектуал, который может быть сфокусирован только на учебе. Но если у него есть еще и инженерный опыт, это резко повышает его уверенность в практической сфере. Это сочетание позволяет ему эффективно диверсифицировать свою активность: он может браться не только за чисто академические (научные) проекты, но и за сложные прикладные задачи, а его высокий статус и интеллект делают его ценным участником и в общественной деятельности. Таким образом, инженерный фактор «запускает» олимпиадника в смежные виды внеучебной активности, где он также начинает добиваться успеха.

Заключение

Проведенное исследование демонстрирует, что современный инженерный вуз должен учитывать множественность образовательных траекторий и создавать условия для эффективной интеграции студентов с различным бэкграундом, превращая разнородность контингента из проблемы в образовательный ресурс. В целом результаты исследования позволяют сформулировать определенные выводы, отражающие системные закономерности в подготовке и адаптации студентов технического вуза.

Выявлена значительная региональная дифференциация в уровне подготовки абитуриентов, определяемая развитостью инфраструктуры дополнительного образования. Регионы с исторически сложившимися индустриальными и научными традициями (например, Челябинская, Свердловская, Липецкая области) формируют устойчивый поток мотивированных абитуриентов с практическими инженерными навыками.

Обнаружен парадокс «столичного набора»: несмотря на концентрацию образовательных ресурсов, средние баллы ЕГЭ абитуриентов из Москвы и Московской области статистически ниже, что объясняется более широким и разнородным рекрутингом по сравнению с целевым отбором из регионов.

Установлено, что профильные лицеи создают эффективную среду для развития как олимпиадных компетенций, так и инженерных навыков, демонстрируя синергетический эффект при сочетании углубленной теоретической подготовки с проектными форматами работы.

Выявлена дивергенция образовательных моделей: гимназии ориентированы на формирование универсальных академических компетенций (что подтверждается высокой долей медалистов), в то время как лицеи культивируют специализированные профильные компетенции, иногда в ущерб формальным показателям.

Доказан эффект «выравнивания компетенций» к старшим курсам: первоначальные преимущества медалистов и олимпиадников нивелируются по мере освоения всеми студентами вузовских требований и специализированных профессиональных модулей.

Обнаружена кризисная динамика адаптации олимпиадников, связанная с необходимостью перехода от «спринтерского» реше-

ния нестандартных задач к «марафонскому» систематическому освоению профессиональных дисциплин.

Установлено, что инженерные достижения и олимпиадный успех представляют различные векторы развития, требующие разных образовательных сред и педагогических подходов.

Выявлена категория «суперэффективных» студентов, демонстрирующих синергетический эффект от сочетания различных видов деятельности, что свидетельствует о развитии у них метапредметных компетенций высшего порядка.

Обоснована необходимость развития региональных образовательных экосистем, сочетающих массовую качественную подготовку с точечной поддержкой одаренных учащихся.

Подтверждена значимость дифференциации учебных планов с учетом выявленных траекторий адаптации различных категорий студентов.

Несмотря на то, что в целом исследование подтвердило высокий потенциал как балла ЕГЭ, так и результатов олимпиад для прогноза академической успешности в период обучения в вузе, оно в то же время убедительно демонстрирует системную ограниченность традиционных метрик образовательного отбора. Эта ограниченность проявляется в нескольких ключевых аспектах:

1. Парадокс «исчезающего преимущества».

Наши данные выявили устойчивую тенденцию к нивелированию первоначального академического преимущества олимпиадников и медалистов к старшим курсам. Если в первых семестрах эти группы демонстрируют значительное превосходство по фундаментальным дисциплинам, то к 4–5 семестрам их успеваемость сравнивается с остальными студентами, а по некоторым профессиональным модулям даже уступает неолимпиадникам. Это свидетельствует, что навыки, измеряемые на олимпиадах (решение нестандартных задач) и ЕГЭ (быстрое решение стандартизированных задач), недостаточны для успешного освоения комплексных инженерных дисциплин, требующих системного мышления и проектного подхода.

2. Неспособность измерять критически важные компетенции.

Анализ успеваемости по предметам различного типа показал, что ЕГЭ и олимпиады эффективно предсказывают успехи в дисциплинах естественно-научного модуля, но не коррелируют с достижениями в проектной деятельности и профессиональных модулях. При этом навыки командной работы, управления проектами, итерационного решения практических задач – ключевые для современного инженера – остаются за рамками этих оценочных процедур. Студенты с инженерными достижениями, не проявившие себя в олимпиадах, часто превосходят олимпиадников в решении прикладных задач.

3. Региональные искажения и институциональные ловушки.

Исследование выявило значительные региональные различия в качестве подготовки медалистов и олимпиадников (в некоторых регионах медаль отражает реальные достижения, в других – формальное соответствие критериям), а также различия в эффективности разных образовательных моделей (выпускники лицеев показывают иной профиль компетенций по сравнению с выпускниками гимназий). Кроме того, подтвердилась значимость доступа к необходимым ресурсам для подготовки к олимпиадам и ЕГЭ.

4. Ограниченность прогностической валидности.

Наиболее успешными в долгосрочной перспективе оказываются не студенты с максимальными баллами ЕГЭ, а студенты с метакомпетенциями, сочетающие академическую успеваемость с проектными достижениями. К группе наиболее успешных относятся также студенты, сумевшие преодолеть «кризис адаптации» и выработать эффективные стратегии обучения, и студенты, демонстрирующие устойчивую мотивацию и способность к профессиональному самоопределению.

Исследование показало, что современная система отбора в инженерные вузы, основанная преимущественно на метриках ЕГЭ и олимпиад, выполняет функцию первичного фильтра, но не может адекватно оценить комплексный образовательный потенциал абитуриентов. Необходима разработка многофакторной модели оценки, учитывающей проектные достижения, практический и исследовательский опыт абитуриентов, «мягкие навыки» (коммуникация, работа в команде, управление временем), индивидуальные траектории развития и образовательную мотивацию, способность к

адаптации и непрерывному обучению. Только такой комплексный подход позволит идентифицировать студентов, способных стать не просто успешными учащимися, но и перспективными инженерами-исследователями, соответствующими вызовам современной технологической революции.

Список литературы

1. Агаев Ф.Т. «Образование 4.0» в эпоху цифровой трансформации: пути повышения ее эффективности / Ф.Т. Агаев, Г.А. Маммадова Р.Т. Меликова // Открытое образование. – 2023. – Т. 27, № 4. – С. 4–16.
2. Агатова О.А. Перспективные направления исследований больших данных в сфере образования / О. А. Агатова // Педагогика. – 2023. – Т. 87, № 6. – С. 32-43.
3. Батыгина Д.К. Исследование учебной мотивации студентов как фактора успешности обучения в вузе / Д.К. Батыгина, С.Ю. Лавренчук // Актуальные вопросы педагогики и психологии: от теории к практике: сборник научных трудов Международной научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 2025. – С. 176–180.
4. Боровицкая Ю.В. Ситуация успеха как один из факторов становления академической успешности у студентов / Ю.В. Боровицкая, С.Ф. Масленникова // Вестник педагогических наук. – 2025. – № 4. – С. 19–25.
5. Видясова Л.А. Анализ российского рынка образовательных программ по теме «Data Science» / Л.А. Видясова, Я.Д. Тензина // Информационные ресурсы России. – 2021. – № 6(184). – С. 22–26.
6. Глазков А.В. Взаимосвязь академической успеваемости выпускника вуза и его первичной профессиональной успешности / А.В. Глазков, Т.В. Глазкова // Психология личностного и профессионального развития человека: материалы Седьмой конференции психологов образования Сибири, 2022. – С. 56–58.
7. Глазкова Т.В. Академическая успеваемость в вузе и профессиональная успешность на поствузовском этапе: соотношение и динамика / Т.В. Глазкова, А.В. Глазков // Современное педагогическое образование. – 2021. – № 12. – С. 12–15.
8. Джантеев Р.Т. Проблема академической успешности и успеваемости: теоретический анализ понятия и сущности / Р.Т. Джантеев // Мир науки. Педагогика и психология. – 2024. – Т. 12. – № 6. – URL:<https://mir-nauki.com/PDF/107PSMN624.pdf>.
9. Кинцель А.Е. Педагогические условия формирования метакогнитивных навыков как фактора становления академической успешности обучающихся / А.Е. Кинцель // Проблемы современного образования. – 2023. – № 5. – С. 229–239.
10. Комарова О.А. Влияние типов темперамента и интеллектуальной лабильности студентов на успешность их обучения в высшем учебном заведении / О.А. Комарова // Человеческий капитал. – 2025. – № 6(198). – С. 173–182.
11. Леньков С.Л. Профессиональная направленность абитуриентов вузов как предиктор успешности профессионального становления /

С.Л. Ленков, Н. Е. Рубцова, А. М. Букинич // Национальный психологический журнал. – 2023. – Т. 18, № 2. – С. 103–118.

12. Лызь А.Е. Успешность обучения в вузе: опыт студентов технических направлений / А.Е. Лызь, Н.А. Лызь, И.О. Нешидим // Современные проблемы науки и образования. – 2022. – № 4. – С. 41.

13. Мерикова М.А. Взаимосвязь мотивации и успешности обучения студентов при разных формах обучения / М.А. Мерикова, Н.В. Козырева, Н.П. Радчикова // Актуальные проблемы психологического знания. – 2023. – № 3(64). – С. 239–253.

14. Моисеева Н.А. Развитие компетенции в области управления информацией и данными у студентов инженерно-технического профиля / Н.А. Моисеева, Т.А. Полякова // Наука о человеке: гуманитарные исследования. – 2025. – Т. 19, № 2. – С. 116–128.

15. Назаров, Д. М. Применение методов Data Science для оценки сформированности компетенций студентов / Д.М. Назаров, С.В. Бегичева // Проблемы современного образования. – 2024. – № 3. – С. 255–269.

16. Полякова О.Б. Мотивационный профиль современных студентов: Систематический обзор Scopus 2024 / О.Б. Полякова // Cifra. Психология. – 2025. – № 1(6). – DOI 10.60797/PSY.2025.6.2.

17. Третьяк Э.В. Психологические факторы академической успеваемости студентов вуза / Э.В. Третьяк // Обзор педагогических исследований. – 2021. – Т. 3, № 1. – С. 248–253.

18. Федькович Н.И. Применение Data Science в сфере образования / Н.И. Федькович // Управление информационными ресурсами: Материалы XIX Международной научно-практической конференции, Минск, 22 марта 2023 года. – Минск: Академия управления при Президенте Республики Беларусь, 2023. – С. 206–207.

19. Фиофанова О.А. Организация образовательных программ подготовки специалистов по управлению образованием на основании данных (big data in education) / О.А. Фиофанова // Профессиональное образование. Столица. – 2019. – № 9. – С. 27–33.

20. Хайруллина Э.Р. Инструмент развития образовательных процессов: data science / Э.Р. Хайруллина // Инженерное образование. – 2021. – № 30. – С. 61–66.

21. Al Husaini Y., Shukor N.S.A. Factors affecting students' academic performance: A review // Social Science Journal. – 2022. – Т. 12. – № 6. – С. 284–294.

22. Alani F.S., Hawas A.T. Factors affecting students academic performance: a case study of Sohar University // Psychology and Education. – 2021. – Т. 58. – № 5. – С. 4624–4635.

23. Ang K.L.M., Ge F.L., Seng K.P. Big educational data & analytics: Survey, architecture and challenges // IEEE Access. – 2020. – Т. 8. – С. 116392–116414.

24. Banihashem S.K., et al. Learning analytics: A systematic literature review // *Interdisciplinary Journal of Virtual Learning in Medical Sciences*. – 2018. – Т. 9. – № 2.

25. Data Science for analyzing and improving educational processes / Shadi Aljawarneh, Juan A. Lara // *Journal of Computing in Higher Education*, 2021. – P. 545–550.

26. Joksimović S., Kovanović V., Dawson S. The journey of learning analytics // *HERDSA Review of Higher Education*. – 2019. – Т. 6. – С. 27–63.

27. Lang C., Siemens G., Wise A.F., Gašević D. (ред.). *Handbook of learning analytics*. – 2017.

28. Mougiakou S., et al. *Educational data analytics for teachers and school leaders*. – Springer Nature, 2023. – 238 с.

29. Pecherkina A.A. Students' academic success and emotional well-being: researches theoretical review / A.A. Pecherkina, K.D. Katkalo, G.I. Borisov // *Perspectives of Science and Education*. – 2024. – No. 5(71). – P. 573–588.

30. Romero C., Ventura S. *Educational data mining and learning analytics: An updated survey* // *Wiley Interdisciplinary Reviews: Data Mining and Knowledge Discovery*. – 2020. – Т. 10. – № 3. – С. e1355.

31. Saqr M., López-Pernas S. *Learning analytics methods and tutorials: A practical guide using R*. – Springer Nature, 2024. – 736 с.

32. Silva G., Godwin G., Jayanagara O. The impact of AI on personalized learning and educational analytics // *International Transactions on Education Technology (ITEE)*. – 2024. – Т. 3. – № 1. – С. 36–46.

33. Souza Zanirato Maia J., Bueno A.P.A., Sato J.R. Applications of artificial intelligence models in educational analytics and decision making: A systematic review // *World*. – 2023. – Т. 4. – № 2. – С. 288–313.

34. Srinivasa K.G., Kurni M. *A beginner's guide to learning analytics*. – Cham: Springer, 2021.

35. Viberg O., Hatakka M., Bälter O., Mavroudi A. The current landscape of learning analytics in higher education // *Computers in Human Behavior*. – 2018. – Т. 89. – С. 98–110.

36. Volkova N.P. Data science: Opportunities to transform education / N.P. Volkova, N.O. Rizun, M.V. Nehrey // *CEUR Workshop Proceedings: Proceedings of the 6th Workshop on Cloud Technologies in Education, CTE 2018, Krynvi Rih, 21 декабря 2018 года*. Vol. 2433. – Krynvi Rih: Без издательства, 2019. – P. 48–73.

37. Zhukova I.A. Emotional climate in a university: implications for student well-being and academic success / I.A. Zhukova // *Идеи. Поиски. Решения. Материалы XVIII Международной научно-практической конференции. Минск, 22 октября 2024 года*, 2024. – P. 373–375.

Приложение. Коды некоторых регионов РФ

- 02 — Республика Башкортостан
- 16 — Республика Татарстан
- 18 — Республика Удмуртская
- 21 — Республика Чувашская
- 23 — край Краснодарский
- 26 — край Ставропольский
- 31 — обл. Белгородская
- 32 — обл. Брянская
- 33 — обл. Владимирская
- 34 — обл. Волгоградская
- 36 — обл. Воронежская
- 37 — обл. Ивановская
- 46 — обл. Курская
- 48 — обл. Липецкая
- 50 — обл. Московская
- 52 — обл. Нижегородская
- 56 — обл. Оренбургская
- 59 — край Пермский
- 61 — обл. Ростовская
- 62 — обл. Рязанская
- 63 — обл. Самарская
- 64 — обл. Саратовская
- 66 — обл. Свердловская
- 67 — обл. Смоленская
- 71 — обл. Тульская
- 74 — обл. Челябинская
- 77 — г. Москва
- 78 — г. Санкт-Петербург

Елена Борисовна Весна
Александр Геннадьевич Трофимов

Анализ факторов академической
успеваемости студентов
технических вузов

Монография

Редактор *Т.В. Волвенкова*

Подписано в печать 28.12.2025. Формат 60×84 1/16.
Уч.-изд.л. 11,0. Печ.л. 11,0. Тираж 100 экз. Изд. № 027-2. Заказ № 59.

Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ».
Типография НИЯУ МИФИ. 115409, Москва, Каширское ш., 31.

