

Р.М. Чудинский, А.С. Быканов,
А.А. Володин, В.В. Малев, Ю.И. Тропынина

**ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ
МОНИТОРИНГА ИНДИВИДУАЛЬНЫХ
УЧЕБНЫХ ДОСТИЖЕНИЙ ОБУЧАЮЩИХСЯ
ПО ОЦЕНКЕ МЕТАПРЕДМЕТНЫХ
И ПРЕДМЕТНЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ НА УРОВНЕ
НАЧАЛЬНОГО ОБЩЕГО И ОСНОВНОГО
ОБЩЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

Монография

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ
И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
КАФЕДРА ИНФОРМАТИКИ
И МЕТОДИКИ ПРЕПОДАВАНИЯ МАТЕМАТИКИ

**Р.М. Чудинский, А.С. Быканов,
А.А. Володин, В.В. Малев, Ю.И. Тропынина**

**ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ
МОНИТОРИНГА ИНДИВИДУАЛЬНЫХ
УЧЕБНЫХ ДОСТИЖЕНИЙ ОБУЧАЮЩИХСЯ
ПО ОЦЕНКЕ МЕТАПРЕДМЕТНЫХ
И ПРЕДМЕТНЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ НА УРОВНЕ
НАЧАЛЬНОГО ОБЩЕГО И ОСНОВНОГО
ОБЩЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

Монография

ВОРОНЕЖ
Воронежский государственный педагогический университет
2019

УДК 371.26
ББК 74.202
И88

Рецензенты:

доктор педагогических наук, профессор кафедры педагогики и психологии ФГАОУ ВО
«Московский государственный институт международных отношений (университет)
Министерства иностранных дел Российской Федерации» *А.Ю. Белогуров*;
доктор педагогических наук, доцент, заведующая кафедрой педагогики
и методики дошкольного и начального образования ФГБОУ ВО
«Воронежский государственный педагогический университет» *М.В. Дюжакова*

Исследование результатов мониторинга индивидуальных учеб-
И88 ных достижений обучающихся по оценке метапредметных и пред-
метных результатов на уровне начального общего и основного обще-
го образования: монография / Р.М. Чудинский, А.С. Быканов, А.А. Воло-
дин, В.В. Малев, Ю.И. Тропынина. – Воронеж : Воронежский государ-
ственный педагогический университет, 2019. – 196 с.

ISBN 978-5-00044-677-5

Монография содержит анализ результатов взаимного влияния различных ре-
зультатов мониторинга индивидуальных учебных достижений обучающихся муницип-
альных общеобразовательных организаций Воронежской области.

Монография предназначена для руководителей общеобразовательных органи-
заций, педагогических работников, педагогов-психологов общеобразовательных орга-
низаций, родителей (законных представителей) обучающихся, экспертов, может быть
использовано в качестве методического пособия при подготовке студентов на уровне
высшего образования или среднего профессионального образования по направлениям
подготовки «Образование и педагогика» или в области, соответствующей преподавае-
мому предмету, дополнительного профессионального образования по направлению
деятельности в образовательной организации, на курсах повышения квалификации и
переподготовки работников образования.

УДК 371.26
ББК 74.202

Научное издание

ЧУДИНСКИЙ Руслан Михайлович, БЫКАНОВ Анатолий Семенович,,
ВОЛОДИН Александр Анатольевич, МАЛЕВ Василий Владимирович, ТРОПЫНИНА Юлия Ивановна

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ МОНИТОРИНГА ИНДИВИДУАЛЬНЫХ
УЧЕБНЫХ ДОСТИЖЕНИЙ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОЦЕНКЕ МЕТАПРЕДМЕТНЫХ
И ПРЕДМЕТНЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ НА УРОВНЕ НАЧАЛЬНОГО ОБЩЕГО И ОСНОВНОГО
ОБЩЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

Монография

В авторской редакции

Подписано в печать 30.01.2019. Формат 60 x 84/16. Печать трафаретная.
Гарнитура «Таймс». Усл.-печ. л. 12,25. Уч.-изд. л. 11,39. Тираж 300 экз. (1 завод 1-30 экз.). Заказ 6.
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный педагогический университет».
Отпечатано с готового оригинала-макета в издательско-полиграфическом центре ВГПУ.
394043, г. Воронеж, ул. Ленина, 86. Тел. (473) 255-58-32; 255-61-83.

© Чудинский Р.М., Быканов А.С., Володин А.А., Малев В.В., Тропынина Ю.И., 2019
© Воронежский государственный педагогический университет,
ISBN 978-5-00044-677-5 редакционно-издательское оформление, 2019

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
ГЛАВА 1. ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ МЕТАПРЕДМЕТНЫХ И ПРЕДМЕТНЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ МОНИТОРИНГА ИНДИВИДУАЛЬНЫХ УЧЕБНЫХ ДОСТИЖЕНИЙ ОБУЧАЮЩИХСЯ 5-9 КЛАССОВ НА УРОВНЕ НАЧАЛЬНОГО ОБЩЕГО И ОСНОВНОГО ОБЩЕГО ОБРАЗОВАНИЯ	8
1.1. Исследование влияния метапредметных результатов на предметные результаты обучающихся 5 классов	8
1.2. Исследование влияния метапредметных результатов на предметные результаты обучающихся 6 классов	18
1.3. Исследование влияния метапредметных результатов на предметные результаты обучающихся 7 классов	37
1.4. Исследование влияния метапредметных результатов на предметные результаты обучающихся 8 классов	52
1.5. Исследование влияния метапредметных результатов на предметные результаты обучающихся 9 классов	67
ГЛАВА 2. ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ МЕТАПРЕДМЕТНЫХ И ПРЕДМЕТНЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧАЮЩИХСЯ 5-9 КЛАССОВ ОТ ПРЕДМЕТНЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ МОНИТОРИНГА ИНДИВИДУАЛЬНЫХ УЧЕБНЫХ ДОСТИЖЕНИЙ ПО РУССКОМУ ЯЗЫКУ НА УРОВНЕ НАЧАЛЬНОГО ОБЩЕГО И ОСНОВНОГО ОБЩЕГО ОБРАЗОВАНИЯ	91
2.1. Исследование влияния предметных результатов по русскому языку на метапредметные и предметные результаты обучающихся 5 классов	91
2.2. Исследование влияния предметных результатов по русскому языку на метапредметные и предметные результаты обучающихся 6 классов ..	101
2.3. Исследование влияния предметных результатов по русскому языку на метапредметные и предметные результаты обучающихся 7 классов ..	120
2.4. Исследование влияния предметных результатов по русскому языку на метапредметные и предметные результаты обучающихся 8 классов ..	135
2.5. Исследование влияния предметных результатов по русскому языку на метапредметные и предметные результаты обучающихся 9 классов ..	150

ГЛАВА 3. ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ПРЕДМЕТНЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ МОНИТОРИНГА ИНДИВИДУАЛЬНЫХ УЧЕБНЫХ ДОСТИЖЕНИЙ ОБУЧАЮЩИХСЯ 9 КЛАССОВ ПО МАТЕМАТИКЕ, ФИЗИКЕ И ХИМИИ НА УРОВНЕ ОСНОВНОГО ОБЩЕГО ОБРАЗОВАНИЯ	174
3.1. Исследование влияния предметных результатов по математике на предметные результаты по физике и химии обучающихся 9 классов	174
3.2. Исследование влияния предметных результатов по физике на предметные результаты по химии обучающихся 9 классов	184
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	190
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	195

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время в рамках существующей в Российской Федерации Единой системы оценки качества образования реализуется оценка результатов образования обучающихся. Такая оценка осуществляется последовательно на федеральном, региональном и муниципальном уровнях, уровне общеобразовательной организации и, в конечном итоге, на личностном уровне каждого обучающегося. При этом современные подходы к оценке образовательных результатов на уровне общего образования предусматривают анализ влияния различных параметров на уровень индивидуальных учебных достижений обучающихся.

Индивидуальные учебные достижения обучающегося – результат развития его личности в процессе обучения, устанавливаемый на момент оценивания и характеризующийся сформированными у обучающихся планируемых результатов освоения основной образовательной программы на соответствующем уровне общего образования по учебным предметам, достигнутым обучающимся в образовательном процессе в общеобразовательной организации или при самостоятельном обучении по утвержденной программе. Оценка индивидуальных учебных достижений – это процесс и результат определения уровня индивидуальных учебных достижений обучающихся по отношению к планируемым результатам освоения образовательной программы на соответствующем уровне общего образования [8; 9].

В целях развития единого образовательного пространства, совершенствования региональной системы оценки качества образования на территории Воронежской области проводится мониторинг индивидуальных учебных достижений обучающихся.

Мониторинг индивидуальных учебных достижений обучающихся муниципальных общеобразовательных организаций Воронежской области проводится как минимум дважды в год:

1. Итоговый мониторинг сформированности планируемых результатов освоения основной образовательной программы на соответствующем уровне общего образования (апрель-май).
2. Входной мониторинг уровня сформированности планируемых результатов освоения основной образовательной программы на соответствующем уровне общего образования (сентябрь-октябрь).

Мониторинг индивидуальных учебных достижений обучающихся проводится на выборке общеобразовательных организаций (далее – ОО) Воронежской области. Формирование выборки ОО осуществляет по заявительному принципу.

Мониторинг индивидуальных учебных достижений обучающихся муниципальных общеобразовательных организаций Воронежской области

осуществляется в виде компьютерных тестовых испытаний в режиме on-line.

Компьютерное тестирование проводится с использованием персонального компьютера. Тестовые задания представляются на мониторе компьютера, а ответы испытуемый выбирает или составляет с помощью клавиатуры и мышки. Рассадка испытуемых осуществляется из расчета: 1 персональный компьютер – 1 обучающийся.

Для проведения мониторинга индивидуальных учебных достижений обучающихся в режиме on-line применяются контрольно-измерительные материалы, сочетающие в себе банки тестовых и практических заданий для оценки сформированности у обучающихся планируемых результатов освоения основной образовательной программы на соответствующем уровне общего образования.

В соответствии с региональной системой оценки качества образования субъектами принятия решений по результатам мониторинга индивидуальных учебных достижений обучающихся муниципальных ОО Воронежской области являются:

- обучающиеся;
- родители (законные представители);
- педагоги общеобразовательной организации;
- общеобразовательная организация;
- орган местного самоуправления муниципального района или городского округа в сфере образования;
- орган государственной власти Воронежской области в сфере образования.

При этом необходимо отметить, что результаты мониторинга индивидуальных учебных достижений обучающихся муниципальных общеобразовательных организаций Воронежской области должны быть доступны всем субъектам принятия решения: в персонифицированном виде – обучающимся, родителям (законным представителям), педагогам общеобразовательной организации, общеобразовательной организации; в неперсонифицированном виде – органу местного самоуправления муниципального района или городского округа в сфере образования и органу государственной власти Воронежской области в сфере образования.

Такие показатели, как индивидуальный результат (балл, %) обучающегося; индивидуальный протокол обучающегося; средний балл (%) по учебному предмету класса общеобразовательной организации; срез теста по учебному предмету класса общеобразовательной организации; средний балл (%) по учебному предмету общеобразовательной организации после проведения процедуры выгружаются из электронной системы в соответствующими муниципальными общеобразовательными организациями Воронежской области, принявшими участие в мониторинге индивидуальных учебных достижений обучающихся.

Следующие показатели: средний балл (%) по учебному предмету общеобразовательной организации; средний балл (%) по учебному предмету муниципального образования; средний балл (%) по учебному предмету Воронежской области в неперсонифицированном виде включаются в отчет о полученных результатах прохождения мониторинга индивидуальных учебных достижений обучающихся муниципальных общеобразовательных организаций Воронежской области.

Вместе с тем, для проведения более глубокого анализа результатов необходимо провести исследование взаимного влияния различных результатов мониторинга индивидуальных учебных достижений обучающихся. В представленной монографии исследуются:

1. Зависимости метапредметных и предметных результатов мониторинга индивидуальных учебных достижений обучающихся 5-9 классов на уровне начального общего и основного общего образования.
2. Зависимости метапредметных и предметных результатов обучающихся 5-9 классов от предметных результатов мониторинга индивидуальных учебных достижений по русскому языку на уровне начального общего и основного общего образования.
3. Зависимости предметных результатов мониторинга индивидуальных учебных достижений обучающихся 9 классов по математике, физике и химии на уровне основного общего образования.

ГЛАВА 1.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ МЕТАПРЕДМЕТНЫХ И ПРЕДМЕТНЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ МОНИТОРИНГА ИНДИВИДУАЛЬНЫХ УЧЕБНЫХ ДОСТИЖЕНИЙ ОБУЧАЮЩИХСЯ 5-9 КЛАССОВ НА УРОВНЕ НАЧАЛЬНОГО ОБЩЕГО И ОСНОВНОГО ОБЩЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

1.1. Исследование влияния метапредметных результатов на предметные результаты обучающихся 5 классов

У обучающихся 5 классов из 222 общеобразовательных организаций Воронежской области оценивался уровень сформированности планируемых метапредметных (комплексная работа) и предметных результатов (по русскому языку и математике) освоения основной образовательной программы начального общего образования. В мониторинге приняло участие:

- 8672 обучающихся 5 классов, у которых оценивались уровень сформированности метапредметных результатов комплексной работой и предметных результатов по русскому языку за начальную школу;
- 8710 обучающихся 5 классов, у которых оценивались уровень сформированности метапредметных результатов комплексной работой и предметных результатов по математике за начальную школу.

Результаты МИУД обучающихся 5 классов по оценке метапредметных и предметных результатов за начальную школу представлены в соответствующем отчете [3].

Для проведения оценки влияния метапредметных результатов на предметные результаты при проведении входного мониторинга индивидуальных учебных достижений обучающихся 5 классов нами использованы статистические методы – корреляционно-регрессионный и однофакторный дисперсионный анализы. Данные методы в своей совокупности позволяют выявить внутренние связи и закономерности влияния метапредметных результатов на предметные результаты по русскому языку и математике.

Расчеты проведены в соответствии со следующими этапами:

1. Построение корреляционной матрицы и оценка характера связи между переменными.
2. Построение регрессии и выявление математических выражений, характеризующих закономерности отношений между переменными.

В ходе **первого этапа** на основе агрегации данных были получены следующие значения корреляции (табл. 1).

Корреляционная матрица взаимосвязи результатов мониторинга индивидуальных учебных достижений обучающихся 5 классов по оценке метапредметных и предметных результатов на уровне начального общего образования

	Комплексная работа 4 класс
Русский язык 4 класс	0,572
Математика 4 класс	0,586

Исходя из расчетов, представленных в корреляционной матрице (таблица 1), и с учетом шкалы Чеддока [1] для оценки корреляции, можно сделать следующие **выводы**:

- связь между результатами обучающихся общеобразовательных организаций Воронежской области, принявших участие в мониторинге индивидуальных учебных достижений по учебному предмету «Комплексная работа 4 класс», в % от максимального балла, и по учебному предмету «Русский язык 4 класс», в % от максимального балла, является **прямой и заметной**;
- связь между результатами обучающихся общеобразовательных организаций Воронежской области, принявших участие в мониторинге индивидуальных учебных достижений по учебному предмету «Комплексная работа 4 класс», в % от максимального балла, и по учебному предмету «Математика 4 класс», в % от максимального балла, является **прямой и заметной**.

В соответствии со **вторым этапом** построены регрессии и выявлены математические выражения, характеризующие закономерности отношений между результатами индивидуальных учебных достижений обучающихся 5 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке метапредметных результатов и предметных результатов на уровне начального общего образования. Для проведения регрессионного анализа было использовано программное средство IBM SPSS Statistics.

В таблице 2 представлен расчет коэффициентов регрессии соотношения результатов индивидуальных учебных достижений обучающихся 5 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке метапредметных результатов и предметных результатов по русскому языку на уровне начального общего образования. На основе расчета определены значения константы и коэффициента с указанием уровней значимости и доверительных интервалов.

Итоговое уравнение регрессии для выявления взаимосвязи результатов индивидуальных учебных достижений обучающихся 5 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке метапредметных результатов и предметных результатов по русскому языку на уровне начального общего образования определяется формулой:

$$y = 27,932 + 0,557x \quad (1)$$

Таблица 2

Расчет коэффициентов регрессии

Коэффициенты								
Модель		Нестандартизованные коэффициенты		Стандартизованные коэффициенты	t	Значимость	95,0% Доверительный интервал для В	
		В	Стандартная ошибка				Бета	Нижняя граница
1	(Константа)	27,932	,487		57,326	,000	26,977	28,887
	Комплексная_ работа_4_класс	,557	,009	,572	64,934	,000	,540	,574

Значение коэффициента показывает, что при увеличении метапредметного результата обучающихся на 1% значение предметных результатов по учебному предмету «Русский язык 4 класс» увеличивается на 0,557%.

Значение стандартизованного коэффициента (27,932) показывает, на сколько стандартных отклонений увеличивается значение предметных результатов по учебному предмету «Русский язык 4 класс» при увеличении значения метапредметных результатов на одно стандартное отклонение. Расчет 95% доверительных интервалов для коэффициента регрессии и константы (см. табл. 2), показывает, что в случае представления данной выборки в виде генеральной совокупности коэффициент для нее с 95% надежностью будет находиться в пределах от 0,54 до 0,574.

Вычисленное значение t-критерия Стьюдента $t = 64,934$ (что больше $t_{\text{критическое}} = 1,96023764$), поэтому нулевая гипотеза отклоняется. Кроме того, уровень значимости $p < 0,001$, поэтому нулевая гипотеза отклоняется снова. Следовательно, между результатами индивидуальных учебных достижений обучающихся 5 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке метапредметных результатов и предметных результатов по учебному предмету «Русский язык 4 класс» существует статистически значимая линейная зависимость.

В таблице 3 представлены общие сведения о регрессионной модели.

Таблица 3

Общие данные о регрессионной модели

Сводка для модели										
Модель	R	R-квадрат	Скорректированный R-квадрат	Стандартная ошибка оценки	Статистика изменений					Дарбин-Уотсон
					Изменение R квадрат	Изменение F	ст.св. 1	ст.св. 2	Знач. Изменение F	
1	,572	,327	,327	15,19617	,327	4216,432	1	8670	,000	1,892

Коэффициент детерминации R-квадрат равен 0,327. Это означает, что 32,7% вариаций предметных результатов обучающихся 5 классов по рус-

скому языку изменяются при соответствующих вариациях метапредметных результатов обучающихся 5 классов общеобразовательных организаций Воронежской области.

Значение критерия Дарбина-Уотсона, проверяющего выполнение условия независимости наблюдений, находится в пределах $1 < 1,892 < 3$, что свидетельствует о том, что соблюдается условие независимости остатков [2], и соответственно, прогнозирование с помощью метода наименьших квадратов не нарушается. Следовательно, данная модель простой линейной регрессии является адекватной, между переменными существует линейная зависимость.

На рис. 1 представлена линия регрессии, отражающая характер взаимосвязи результатов индивидуальных учебных достижений обучающихся 5 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке метапредметных результатов и предметных результатов по русскому языку на уровне начального общего образования.

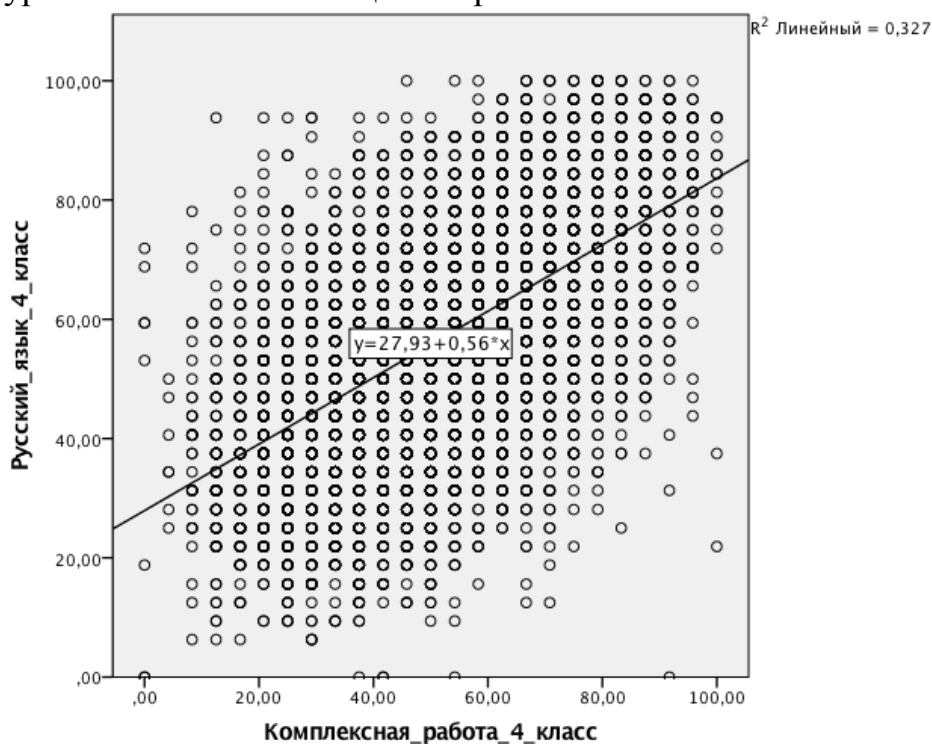


Рис. 1. Регрессия соотношения результатов индивидуальных учебных достижений обучающихся 5 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке метапредметных результатов и предметных результатов по русскому языку на уровне начального общего образования

Таблица 4 отражает результаты однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA) для определения наличия или отсутствия взаимосвязи между переменными.

Таблица 4

Результаты однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA)

ANOVA						
Модель		Сумма квадратов	ст.св.	Средний квадрат	F	Значимость
1	Регрессия	973673,302	1	973673,302	4216,432	,000
	Остаток	2002106,981	8670	230,924		
	Всего	2975780,282	8671			

Значение F-критерия (табл. 4) равно 4216,432 (что больше $F_{\text{критическое}} = 3,84253161$), соответствует достигнутому уровню значимости $p < 0,001$, следовательно, нулевая гипотеза об отсутствии взаимосвязи между переменными отвергается [2]. Таким образом, результаты индивидуальных учебных достижений обучающихся 5 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке метапредметных результатов и предметных результатов по учебному предмету «Русский язык 4 класс» тесно связаны.

Для подтверждения правомерности применения линейного регрессионного анализа для данной регрессионной модели распределение остатков представляет форму нормального распределения (рис. 2), график регрессии стандартизованных остатков (рис. 3) представляет собой прямую линию, что говорит о нормальном распределении остатков, а значит, и о соблюдении этого условия проведения линейного регрессионного анализа [2].

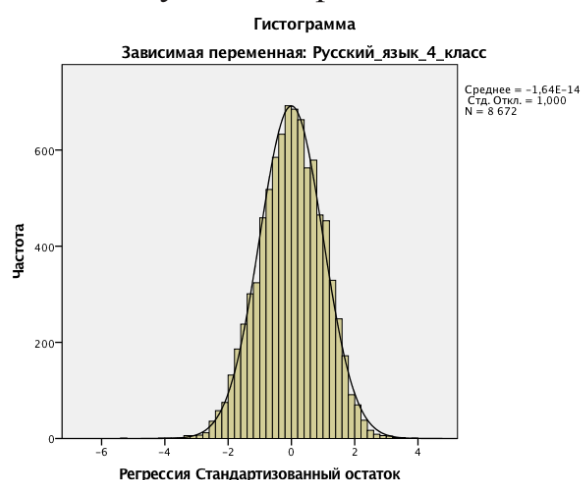


Рис. 2. Гистограмма стандартизованных остатков



Рис. 3. График регрессии стандартизованных остатков

Также обязательным требованием к применению линейного регрессионного анализа является выполнение условия гомоскедастичности, которое должно обеспечивать одинаковый разброс значений зависимой переменной для любых значений независимой переменной. Представленная диаграмма рассеяния разброса стандартизованных остатков в зависимости от стандартизованных предсказанных значений (рис. 4) показывает, что разброс стандартизованных остатков приблизительно одинаков для всех

значений стандартизованной предсказанной величины, то есть соблюдается условие гомоскедастичности [2].

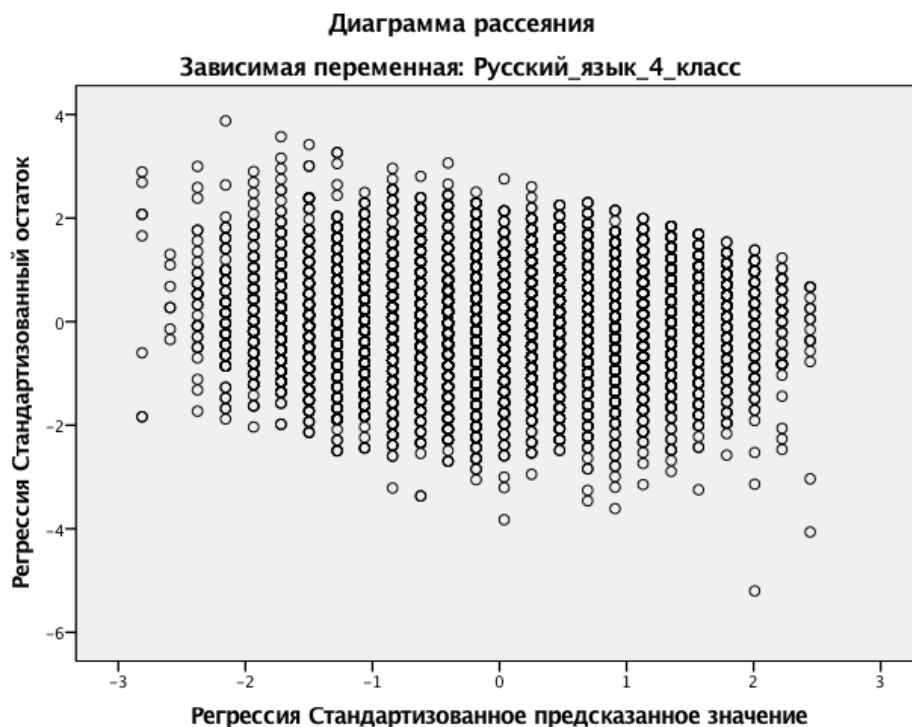


Рис. 4. Диаграмма рассеяния разброса стандартизованных остатков в зависимости от стандартизованных предсказанных значений

Построены регрессии и выявлены математические выражения, характеризующие закономерности отношений между результатами индивидуальных учебных достижений обучающихся 5 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке метапредметных результатов и предметных результатов по математике на уровне начального общего образования.

В таблице 5 представлен расчет коэффициентов регрессии соотношения результатов индивидуальных учебных достижений обучающихся 5 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке метапредметных результатов и предметных результатов по математике на уровне начального общего образования. На основе расчета определены значения константы и коэффициента с указанием уровней значимости и доверительных интервалов.

Итоговое уравнение регрессии для выявления взаимосвязи результатов индивидуальных учебных достижений обучающихся 5 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке метапредметных результатов и предметных результатов по математике на уровне начального общего образования определяется формулой:

$$y = 19,774 + 0,582x \quad (2)$$

Таблица 5

Расчет коэффициентов регрессии

Коэффициенты								
Модель		Нестандартизованные коэффициенты		Стандартизованные коэффициенты	t	Значимость	95,0% Доверительный интервал для B	
		B	Стандартная ошибка	Бета			Нижняя граница	Верхняя граница
1	(Константа)	19,774	,489		40,457	,000	18,816	20,732
	Комплексная_ работа_4_класс	,582	,009	,586	67,467	,000	,565	,599

Значение коэффициента показывает, что при увеличении метапредметного результата обучающихся на 1% значение предметных результатов по учебному предмету «Математика 4 класс» увеличивается на 0,582%.

Значение стандартизованного коэффициента (19,774) показывает, на сколько стандартных отклонений увеличивается значение предметных результатов по учебному предмету «Математика 4 класс» при увеличении значения метапредметных результатов на одно стандартное отклонение. Расчет 95% доверительных интервалов для коэффициента регрессии и константы (см. табл. 5), показывает, что в случае представления данной выборки в виде генеральной совокупности коэффициент для нее с 95% надежностью будет находиться в пределах от 0,565 до 0,599.

Вычисленное значение t-критерия Стьюдента $t = 67,467$ (что больше $t_{\text{критическое}} = 1,96023645$), поэтому нулевая гипотеза отклоняется. Кроме того, уровень значимости $p < 0,001$, поэтому нулевая гипотеза отклоняется снова. Следовательно, между результатами индивидуальных учебных достижений обучающихся 5 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке метапредметных результатов и предметных результатов по учебному предмету «Математика 4 класс» существует статистически значимая линейная зависимость.

В таблице 6 представлены общие сведения о регрессионной модели.

Таблица 6

Общие данные о регрессионной модели

Сводка для модели										
Модель	R	R-квадрат	Скорректированный R-квадрат	Стандартная ошибка оценки	Статистика изменений					Дарбин-Уотсон
					Изменение R квадрат	Изменение F	ст.св. 1	ст.св. 2	Знач. Изменение F	
1	,586	,343	,343	15,37200	,343	4551,789	1	8708	,000	1,934

Коэффициент детерминации R-квадрат равен 0,343. Это означает, что 34,3% вариаций предметных результатов обучающихся 5 классов по мате-

матике изменяются при соответствующих вариациях метапредметных результатов обучающихся 5 классов общеобразовательных организаций Воронежской области.

Значение критерия Дарбина-Уотсона, проверяющего выполнение условия независимости наблюдений, находится в пределах $1 < 1,934 < 3$, что свидетельствует о том, что соблюдается условие независимости остатков [2], и, соответственно прогнозирование с помощью метода наименьших квадратов не нарушается. Следовательно, данная модель простой линейной регрессии является адекватной, между переменными существует линейная зависимость.

На рис. 5 представлена линия регрессии, отражающая характер взаимосвязи результатов индивидуальных учебных достижений обучающихся 5 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке метапредметных результатов и предметных результатов по математике на уровне начального общего образования.

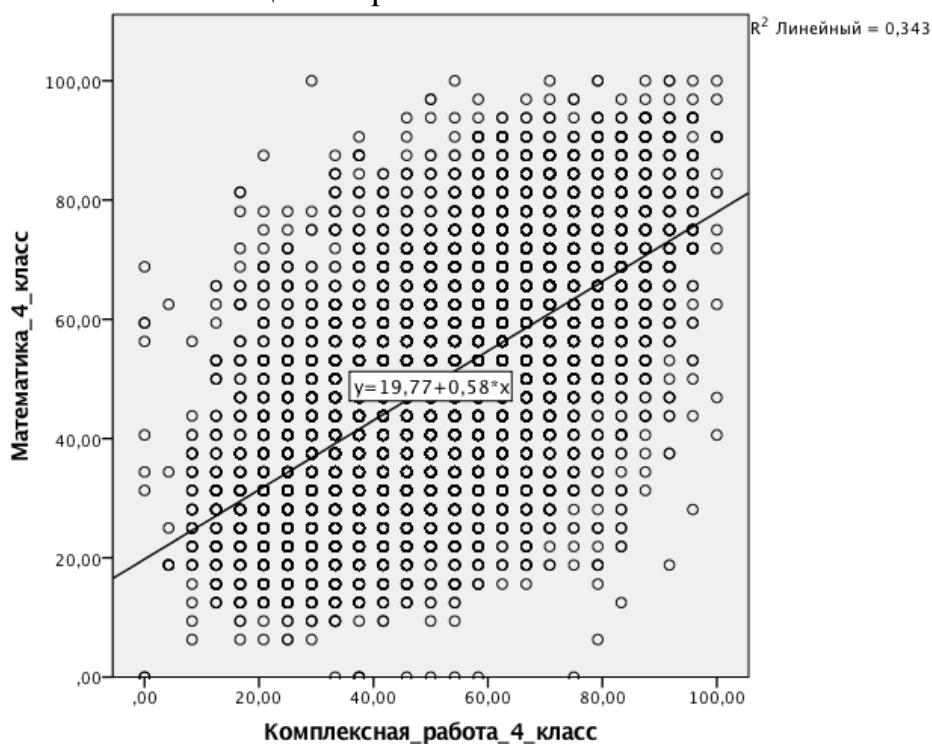


Рис. 5. Регрессия соотношения результатов индивидуальных учебных достижений обучающихся 5 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке метапредметных результатов и предметных результатов по математике на уровне начального общего образования

Таблица 7 отражает результаты однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA) для определения наличия или отсутствия взаимосвязи между переменными.

Таблица 7

Результаты однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA)

ANOVA						
Модель		Сумма квадратов	ст.св.	Средний квадрат	F	Значимость
1	Регрессия	1075579,739	1	1075579,739	4551,789	,000
	Остаток	2057685,071	8708	236,298		
	Всего	3133264,810	8709			

Значение F-критерия (табл. 7) равно 4551,789 (что больше $F_{\text{критическое}} = 3,84252692$), соответствует достигнутому уровню значимости $p < 0,001$, следовательно, нулевая гипотеза об отсутствии взаимосвязи между переменными отвергается [2]. Следовательно, результаты индивидуальных учебных достижений обучающихся 5 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке метапредметных результатов и предметных результатов по учебному предмету «Математика 4 класс» тесно связаны.

Для подтверждения правомерности применения линейного регрессионного анализа для данной регрессионной модели распределение остатков представляет форму нормального распределения (рис. 6), график регрессии стандартизованных остатков (рис. 7) представляет собой прямую линию, что говорит о нормальном распределении остатков, а значит, и о соблюдении этого условия проведения линейного регрессионного анализа [2].

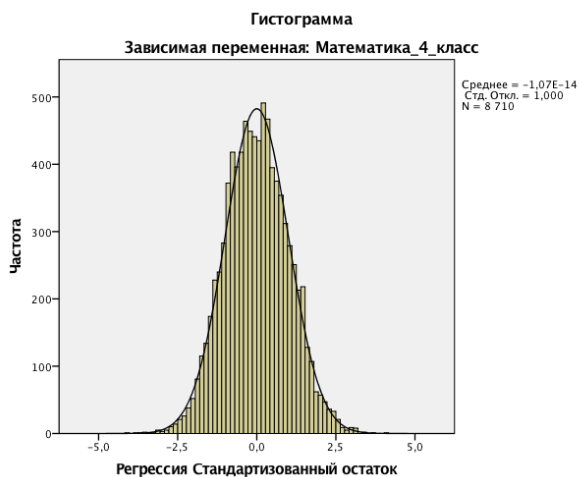


Рис. 6. Гистограмма стандартизованных остатков



Рис. 7. График регрессии стандартизованных остатков

Также обязательным требованием к применению линейного регрессионного анализа является выполнение условия гомоскедастичности, которое должно обеспечивать одинаковый разброс значений зависимой переменной для любых значений независимой переменной. Представленная диаграмма рассеяния разброса стандартизованных остатков в зависимости от стандартизованных предсказанных значений (рис. 8) показывает, что разброс стандартизованных остатков приблизительно одинаков для всех

значений стандартизованной предсказанной величины, то есть соблюдается условие гомоскедастичности [2].

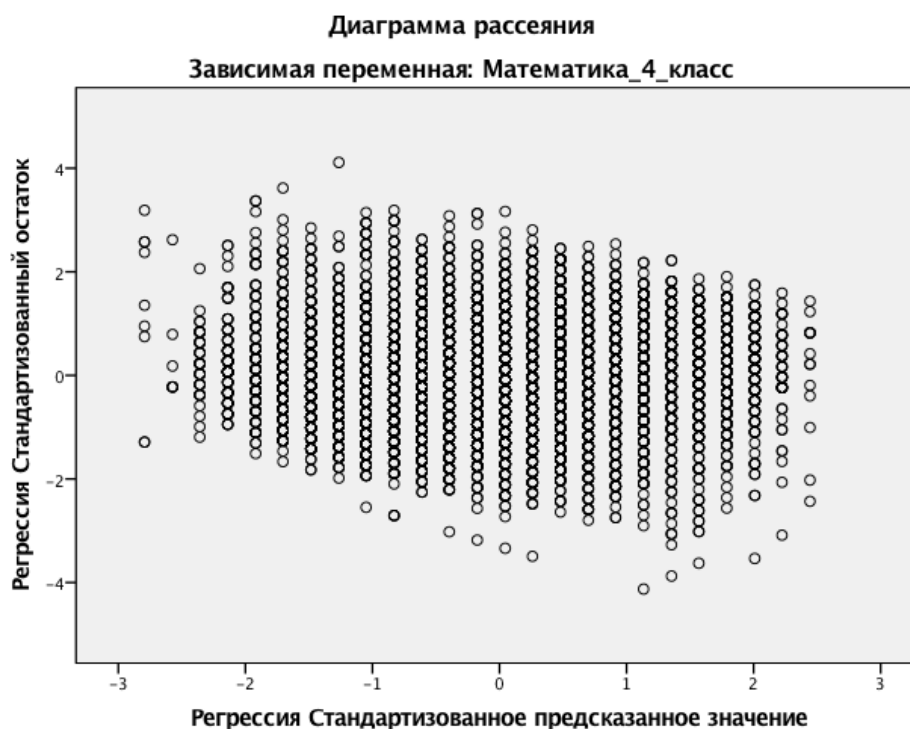


Рис. 8. Диаграмма рассеяния разброса стандартизованных остатков в зависимости от стандартизованных предсказанных значений

Таким образом, проведенный анализ влияния метапредметных результатов на предметные результаты обучающихся на уровне начального общего образования показал:

- между метапредметными результатами и предметными результатами по русскому языку и математике на уровне начального общего образования существует прямая и заметная связь;
- между метапредметными результатами и предметными результатами по русскому языку и математике на уровне начального общего образования существует статистически значимая положительная линейная зависимость;
- 32,7% вариаций предметных результатов обучающихся 5 классов по русскому языку изменяются при соответствующих вариациях метапредметных результатов обучающихся 5 классов общеобразовательных организаций Воронежской области;
- 34,3% вариаций предметных результатов обучающихся 5 классов по математике изменяются при соответствующих вариациях метапредметных результатов обучающихся 5 классов общеобразовательных организаций Воронежской области.

1.2. Исследование влияния метапредметных результатов на предметные результаты обучающихся 6 классов

У обучающихся 6 классов из 219 общеобразовательных организаций Воронежской области оценивался уровень сформированности планируемых метапредметных (комплексная работа) и предметных результатов (по русскому языку, математике, биологии и английскому языку) за 5 класс при реализации основной образовательной программы основного общего образования. В мониторинге приняло участие:

- 7677 обучающихся 6 классов, у которых оценивались уровень сформированности метапредметных результатов комплексной работой и предметных результатов по русскому языку за 5 класс;
- 7639 обучающихся 6 классов, у которых оценивались уровень сформированности метапредметных результатов комплексной работой и предметных результатов по математике за 5 класс;
- 5459 обучающихся 6 классов, у которых оценивались уровень сформированности метапредметных результатов комплексной работой и предметных результатов по биологии за 5 класс;
- 4229 обучающихся 6 классов, у которых оценивались уровень сформированности метапредметных результатов комплексной работой и предметных результатов по английскому языку за 5 класс.

Результаты МИУД обучающихся 6 классов по оценке метапредметных и предметных результатов за 5 класс на уровне основного общего образования представлены в соответствующем отчете [4].

Для проведения оценки влияния метапредметных результатов на предметные результаты при проведении входного мониторинга индивидуальных учебных достижений обучающихся 6 классов нами использованы статистические методы – корреляционно-регрессионный и однофакторный дисперсионный анализы. Данные методы в своей совокупности позволяют выявить внутренние связи и закономерности влияния метапредметных результатов на предметные результаты по русскому языку, математике, биологии и английскому языку за 5 класс.

Расчеты проведены в соответствии со следующими этапами:

1. Построение корреляционной матрицы и оценка характера связи между переменными.

2. Построение регрессии и выявление математических выражений, характеризующих закономерности отношений между переменными.

В ходе **первого этапа** на основе агрегации данных были получены следующие значения корреляции (табл. 8).

Корреляционная матрица взаимосвязи результатов мониторинга индивидуальных учебных достижений обучающихся 6 классов по оценке метапредметных и предметных результатов за 5 класс на уровне основного общего образования

	Комплексная работа 5 класс
Русский язык 5 класс	0,569
Математика 5 класс	0,553
Биология 5 класс	0,379
Английский язык 5 класс	0,51

Исходя из расчетов, представленных в корреляционной матрице (таблица 8), и с учетом шкалы Чеддока [1] для оценки корреляции, можно сделать следующие **выводы**:

- связь между результатами обучающихся общеобразовательных организаций Воронежской области, принявших участие в мониторинге индивидуальных учебных достижений по учебному предмету «Комплексная работа 5 класс», в % от максимального балла, и по учебному предмету «Русский язык 5 класс», в % от максимального балла, является **прямой и заметной**;
- связь между результатами обучающихся общеобразовательных организаций Воронежской области, принявших участие в мониторинге индивидуальных учебных достижений по учебному предмету «Комплексная работа 5 класс», в % от максимального балла, и по учебному предмету «Математика 5 класс», в % от максимального балла, является **прямой и заметной**;
- связь между результатами обучающихся общеобразовательных организаций Воронежской области, принявших участие в мониторинге индивидуальных учебных достижений по учебному предмету «Комплексная работа 5 класс», в % от максимального балла, и по учебному предмету «Биология 5 класс», в % от максимального балла, является **прямой и умеренной**;
- связь между результатами обучающихся общеобразовательных организаций Воронежской области, принявших участие в мониторинге индивидуальных учебных достижений по учебному предмету «Комплексная работа 5 класс», в % от максимального балла, и по учебному предмету «Английский язык 5 класс», в % от максимального балла, является **прямой и заметной**.

В соответствии со **вторым этапом** построены регрессии и выявлены математические выражения, характеризующие закономерности отношений между результатами индивидуальных учебных достижений обучающихся 6 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке метапредметных результатов и предметных результатов за 5 класс на уровне основного общего образования. Для проведения регрессионного анализа было использовано программное средство IBM SPSS Statistics.

В таблице 9 представлен расчет коэффициентов регрессии соотношения результатов индивидуальных учебных достижений обучающихся 6 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке метапредметных результатов и предметных результатов по русскому языку за 5 класс на уровне основного общего образования. На основе расчета определены значения константы и коэффициента с указанием уровней значимости и доверительных интервалов.

Таблица 9

Расчет коэффициентов регрессии

Коэффициенты								
Модель	Нестандартизованные коэффициенты		Стандартизованные коэффициенты	t	Значимость	95,0% Доверительный интервал для B		
	B	Стандартная ошибка	Бета			Нижняя граница	Верхняя граница	
1	(Константа)	17,467	,552		31,669	,000	16,386	18,549
	Комплексная_ работа_5_класс	,574	,009	,569	60,596	,000	,555	,593

Итоговое уравнение регрессии для выявления взаимосвязи результатов индивидуальных учебных достижений обучающихся классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке метапредметных результатов и предметных результатов по русскому языку за 5 класс на уровне основного общего образования определяется формулой:

$$y = 17,467 + 0,574x \quad (3)$$

Значение коэффициента показывает, что при увеличении метапредметного результата обучающихся на 1% значение предметных результатов по учебному предмету «Русский язык 5 класс» увеличивается на 0,574%.

Значение стандартизованного коэффициента (17,467) показывает, на сколько стандартных отклонений увеличивается значение предметных результатов по учебному предмету «Русский язык 5 класс» при увеличении значения метапредметных результатов на одно стандартное отклонение. Расчет 95% доверительных интервалов для коэффициента регрессии и константы (см. табл. 9), показывает, что в случае представления данной выборки в виде генеральной совокупности коэффициент для нее с 95% надежностью будет находиться в пределах от 0,555 до 0,593.

Вычисленное значение t-критерия Стьюдента $t = 60,596$ (что больше $t_{\text{критическое}} = 1,9602731$), поэтому нулевая гипотеза отклоняется. Кроме того, уровень значимости $p < 0,001$, поэтому нулевая гипотеза отклоняется снова. Следовательно, между результатами индивидуальных учебных достижений обучающихся 6 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке метапредметных результатов и предметных ре-

зультатов по учебному предмету «Русский язык 5 класс» существует статистически значимая линейная зависимость.

В таблице 10 представлены общие сведения о регрессионной модели. Коэффициент детерминации R-квадрат равен 0,324. Это означает, что 32,4% вариаций предметных результатов обучающихся 6 классов по русскому языку изменяются при соответствующих вариациях метапредметных результатов обучающихся 6 классов общеобразовательных организаций Воронежской области.

Таблица 10

Общие данные о регрессионной модели

Сводка для модели										
Мо- дель	R	R- квад- рат	Скор- ректи- рован- ный R- квадрат	Стан- дартная ошибка оценки	Статистика изменений					Дарбин- Уотсон
					Изме- нение R квад- квад- рат	Измене- ние F	ст.св. 1	ст.св. 2	Знач. Измене- ние F	
1	,569	,324	,324	13,72870	,324	3671,837	1	7675	,000	1,892

Значение критерия Дарбина-Уотсона, проверяющего выполнение условия независимости наблюдений, находится в пределах $1 < 1,892 < 3$, что свидетельствует о том, что соблюдается условие независимости остатков [2], и соответственно, прогнозирование с помощью метода наименьших квадратов не нарушается. Следовательно, данная модель простой линейной регрессии является адекватной, между переменными существует линейная зависимость.

На рис. 9 представлена линия регрессии, отражающая характер взаимосвязи результатов индивидуальных учебных достижений обучающихся 6 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке метапредметных результатов и предметных результатов по русскому языку за 5 класс на уровне основного общего образования.

Таблица 11 отражает результаты однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA) для определения наличия или отсутствия взаимосвязи между переменными.

Таблица 11

Результаты однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA)

ANOVA						
Модель		Сумма квадратов	ст.св.	Средний квадрат	F	Значимость
1	Регрессия	692057,299	1	692057,299	3671,837	,000
	Остаток	1446562,001	7675	188,477		
	Всего	2138619,300	7676			

Значение F-критерия (табл. 11) равно 3671,837 (что больше $F_{\text{критическое}} = 3,84267072$), соответствует достигнутому уровню значимости $p < 0,001$, следовательно, нулевая гипотеза об отсутствии взаимосвязи между переменными отвергается [2]. Таким образом, результаты индивидуальных

учебных достижений обучающихся 6 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке метапредметных результатов и предметных результатов по учебному предмету «Русский язык 5 класс» тесно связаны.

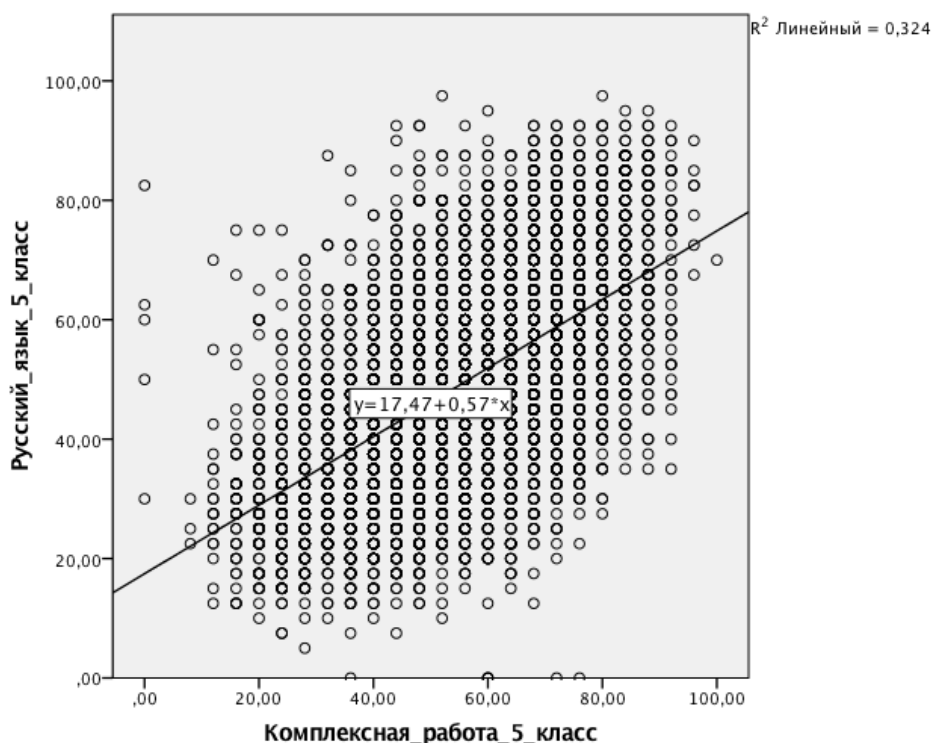


Рис. 9. Регрессия соотношения результатов индивидуальных учебных достижений обучающихся 6 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке метапредметных результатов и предметных результатов по русскому языку за 5 класс на уровне основного общего образования

Для подтверждения правомерности применения линейного регрессионного анализа для данной регрессионной модели распределение остатков представляет форму нормального распределения (рис. 10), график регрессии стандартизованных остатков (рис. 11) представляет собой прямую линию, что говорит о нормальном распределении остатков, а значит, и о соблюдении этого условия проведения линейного регрессионного анализа [2].

Также обязательным требованием к применению линейного регрессионного анализа является выполнение условия гомоскедастичности, которое должно обеспечивать одинаковый разброс значений зависимой переменной для любых значений независимой переменной. Представленная диаграмма рассеяния разброса стандартизованных остатков в зависимости от стандартизованных предсказанных значений (рис. 12) показывает, что разброс стандартизованных остатков приблизительно одинаков для всех

значений стандартизованной предсказанной величины, то есть соблюдается условие гомоскедастичности [2].

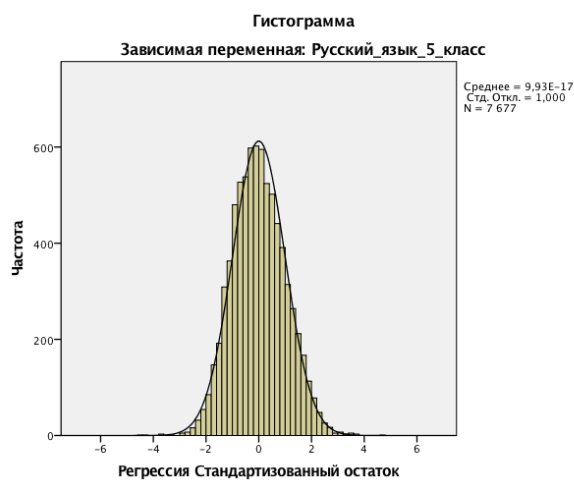


Рис. 10. Гистограмма стандартизованных остатков



Рис. 11. График регрессии стандартизованных остатков

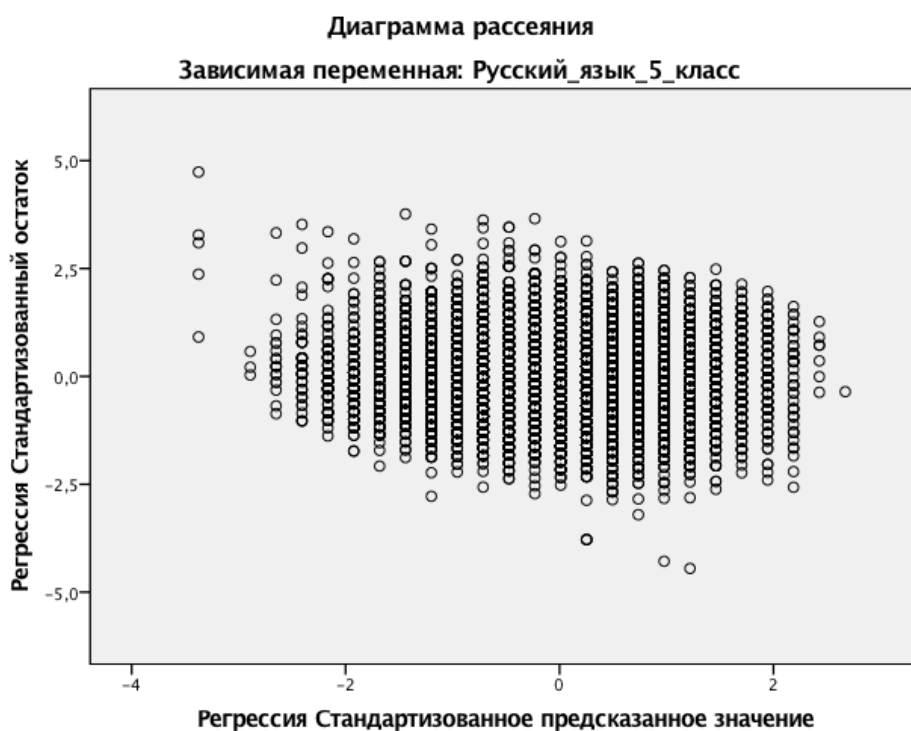


Рис. 12. Диаграмма рассеяния разброса стандартизованных остатков в зависимости от стандартизованных предсказанных значений

Построены регрессии и выявлены математические выражения, характеризующие закономерности отношений между результатами индивидуальных учебных достижений обучающихся 6 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке метапредметных результатов и предметных результатов по математике за 5 класс на уровне основного общего образования.

В таблице 12 представлен расчет коэффициентов регрессии соотношения результатов индивидуальных учебных достижений обучающихся 6 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке метапредметных результатов и предметных результатов по математике за 5 класс на уровне основного общего образования. На основе расчета определены значения константы и коэффициента с указанием уровней значимости и доверительных интервалов.

Таблица 12

Расчет коэффициентов регрессии

Коэффициенты								
Модель	Нестандартизованные коэффициенты		Стандартизованные коэффициенты	t	Значимость	95,0% Доверительный интервал для B		
	B	Стандартная ошибка	Бета			Нижняя граница	Верхняя граница	
1	(Константа)	-4,247	,639					
	Комплексная_ работа_ 5_ класс	,638	,011	,553	58,027	,000	,616	,659

Итоговое уравнение регрессии для выявления взаимосвязи результатов индивидуальных учебных достижений обучающихся классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке метапредметных результатов и предметных результатов по математике за 5 класс на уровне основного общего образования определяется формулой:

$$y = -4,247 + 0,638x \quad (4)$$

Значение коэффициента показывает, что при увеличении метапредметного результата обучающихся на 1% значение предметных результатов по учебному предмету «Математика 5 класс» увеличивается на 0,638%.

Значение стандартизованного коэффициента (-4,247) показывает, на сколько стандартных отклонений увеличивается значение предметных результатов по учебному предмету «Математика 5 класс» при увеличении значения метапредметных результатов на одно стандартное отклонение. Расчет 95% доверительных интервалов для коэффициента регрессии и константы (см. табл. 12), показывает, что в случае представления данной выборки в виде генеральной совокупности коэффициент для нее с 95% надежностью будет находиться в пределах от 0,616 до 0,659.

Вычисленное значение t-критерия Стьюдента $t = 58,027$ (что больше $t_{\text{критическое}} = 1,9602747$), поэтому нулевая гипотеза отклоняется. Кроме того, уровень значимости $p < 0,001$, поэтому нулевая гипотеза отклоняется снова. Следовательно, между результатами индивидуальных учебных достижений обучающихся 6 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке метапредметных результатов и предметных ре-

зультатов по учебному предмету «Математика 5 класс» существует статистически значимая линейная зависимость.

В таблице 13 представлены общие сведения о регрессионной модели. Коэффициент детерминации R-квадрат равен 0,306. Это означает, что 30,6% вариаций предметных результатов обучающихся 6 классов по математике изменяются при соответствующих вариациях метапредметных результатов обучающихся 6 классов общеобразовательных организаций Воронежской области.

Таблица 13

Общие данные о регрессионной модели

Сводка для модели										
Мо- дель	R	R- квад- рат	Скор- ректи- рован- ный R- квадрат	Стан- дартная ошибка оценки	Статистика изменений					Дарбин- Уотсон
					Изме- нение R квад- квад- рат	Измене- ние F	ст.св. 1	ст.св. 2	Знач. Измене- ние F	
1	,553	,306	,306	15,90195	,306	3367,118	1	7637	,000	1,804

Значение критерия Дарбина-Уотсона, проверяющего выполнение условия независимости наблюдений, находится в пределах $1 < 1,804 < 3$, что свидетельствует о том, что соблюдается условие независимости остатков [2], и соответственно, прогнозирование с помощью метода наименьших квадратов не нарушается. Следовательно, данная модель простой линейной регрессии является адекватной, между переменными существует линейная зависимость.

На рис. 13 представлена линия регрессии, отражающая характер взаимосвязи результатов индивидуальных учебных достижений обучающихся 6 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке метапредметных результатов и предметных результатов по математике за 5 класс на уровне основного общего образования.

Таблица 14 отражает результаты однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA) для определения наличия или отсутствия взаимосвязи между переменными.

Таблица 14

Результаты однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA)

ANOVA						
Модель		Сумма квадратов	ст.св.	Средний квадрат	F	Значимость
1	Регрессия	851450,099	1	851450,099	3367,118	,000
	Остаток	1931184,259	7637	252,872		
	Всего	2782634,358	7638			

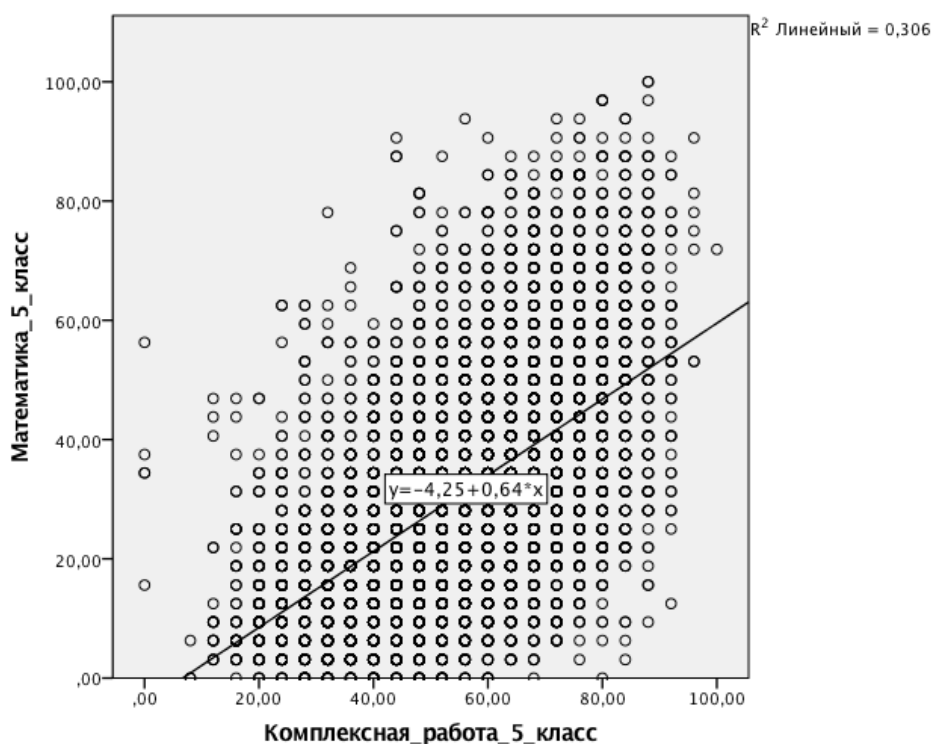


Рис. 13. Регрессия соотношения результатов индивидуальных учебных достижений обучающихся 6 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке метапредметных результатов и предметных результатов по математике за 5 класс на уровне основного общего образования

Значение F-критерия (табл. 14) равно 3367,118 (что больше $F_{\text{критическое}} = 3,84267675$), соответствует достигнутому уровню значимости $p < 0,001$, следовательно, нулевая гипотеза об отсутствии взаимосвязи между переменными отвергается [2]. Таким образом, результаты индивидуальных учебных достижений обучающихся 6 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке метапредметных результатов и предметных результатов по учебному предмету «Математика 5 класс» тесно связаны.

Для подтверждения правомерности применения линейного регрессионного анализа для данной регрессионной модели распределение остатков представляет форму нормального распределения (рис. 14), график регрессии стандартизованных остатков (рис. 15) представляет собой практически прямую линию, что говорит о нормальном распределении остатков, а значит, и о соблюдении этого условия проведения линейного регрессионного анализа [2].



Рис. 14. Гистограмма стандартизованных остатков



Рис. 15. График регрессии стандартизованных остатков

Также обязательным требованием к применению линейного регрессионного анализа является выполнение условия гомоскедастичности, которое должно обеспечивать одинаковый разброс значений зависимой переменной для любых значений независимой переменной. Представленная диаграмма рассеяния разброса стандартизованных остатков в зависимости от стандартизованных предсказанных значений (рис. 16) показывает, что разброс стандартизованных остатков приблизительно одинаков для всех значений стандартизованной предсказанной величины, то есть соблюдается условие гомоскедастичности [2].

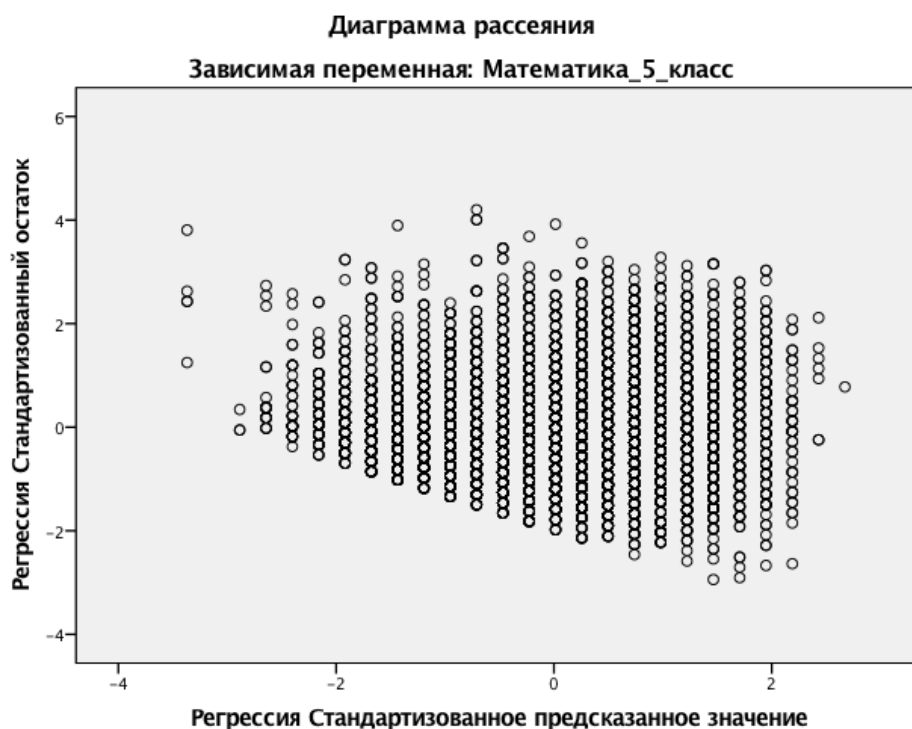


Рис. 16. Диаграмма рассеяния разброса стандартизованных остатков в зависимости от стандартизованных предсказанных значений

Построены регрессии и выявлены математические выражения, характеризующие закономерности отношений между результатами индивидуальных учебных достижений обучающихся 6 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке метапредметных результатов и предметных результатов по биологии за 5 класс на уровне основного общего образования.

В таблице 15 представлен расчет коэффициентов регрессии соотношения результатов индивидуальных учебных достижений обучающихся 6 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке метапредметных результатов и предметных результатов по биологии за 5 класс на уровне основного общего образования. На основе расчета определены значения константы и коэффициента с указанием уровней значимости и доверительных интервалов.

Таблица 15

Расчет коэффициентов регрессии

Коэффициенты								
Модель	Нестандартизованные коэффициенты		Стандартизованные коэффициенты	t	Значимость	95,0% Доверительный интервал для B		
	B	Стандартная ошибка	Бета			Нижняя граница	Верхняя граница	
1	(Константа)	35,365	,593		59,664	,000	34,203	36,527
	Комплексная_ работа_ 5_ класс	,308	,010	,379	30,218	,000	,288	,328

Итоговое уравнение регрессии для выявления взаимосвязи результатов индивидуальных учебных достижений обучающихся классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке метапредметных результатов и предметных результатов по биологии за 5 класс на уровне основного общего образования определяется формулой:

$$y = 35,365 + 0,308x \quad (5)$$

Значение коэффициента показывает, что при увеличении метапредметного результата обучающихся на 1% значение предметных результатов по учебному предмету «Биология 5 класс» увеличивается на 0,308%.

Значение стандартизованного коэффициента (35,365) показывает, на сколько стандартных отклонений увеличивается значение предметных результатов по учебному предмету «Биология 5 класс» при увеличении значения метапредметных результатов на одно стандартное отклонение. Расчет 95% доверительных интервалов для коэффициента регрессии и константы (см. табл. 15), показывает, что в случае представления данной выборки в виде генеральной совокупности коэффициент для нее с 95% надежностью будет находиться в пределах от 0,288 до 0,328.

Вычисленное значение t-критерия Стьюдента $t = 30,218$ (что больше $t_{\text{критическое}} = 1,9603988$), поэтому нулевая гипотеза отклоняется. Кроме того, уровень значимости $p < 0,001$, поэтому нулевая гипотеза отклоняется снова. Следовательно, между результатами индивидуальных учебных достижений обучающихся 6 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке метапредметных результатов и предметных результатов по учебному предмету «Биология 5 класс» существует статистически значимая линейная зависимость.

В таблице 16 представлены общие сведения о регрессионной модели. Коэффициент детерминации R-квадрат равен 0,143. Это означает, что 14,3% вариаций предметных результатов обучающихся 6 классов по биологии изменяются при соответствующих вариациях метапредметных результатов обучающихся 6 классов общеобразовательных организаций Воронежской области.

Таблица 16

Общие данные о регрессионной модели

Сводка для модели										
Мо- дель	R	R- квад- рат	Скор- ректи- рован- ный R- квадрат	Стан- дартная ошибка оценки	Статистика изменений					Дарбин- Уотсон
					Изме- нение R квад- квад- рат	Измене- ние F	ст.св. 1	ст.св. 2	Знач. Измене- ние F	
1	,379	,143	,143	12,52858	,143	913,137	1	5457	,000	1,956

Значение критерия Дарбина-Уотсона, проверяющего выполнение условия независимости наблюдений, находится в пределах $1 < 1,956 < 3$, что свидетельствует о том, что соблюдается условие независимости остатков [2], и соответственно, прогнозирование с помощью метода наименьших квадратов не нарушается. Следовательно, данная модель простой линейной регрессии является адекватной, между переменными существует линейная зависимость.

На рис. 17 представлена линия регрессии, отражающая характер взаимосвязи результатов индивидуальных учебных достижений обучающихся 6 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке метапредметных результатов и предметных результатов по биологии за 5 класс на уровне основного общего образования.

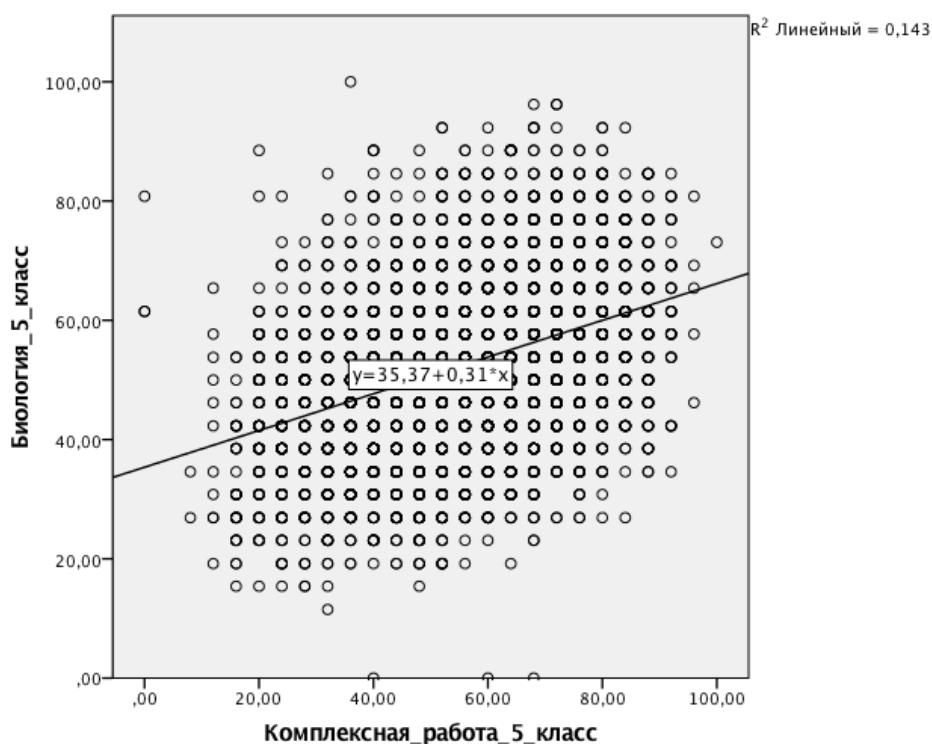


Рис. 17. Регрессия соотношения результатов индивидуальных учебных достижений обучающихся 6 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке метапредметных результатов и предметных результатов по биологии за 5 класс на уровне основного общего образования

Таблица 17 отражает результаты однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA) для определения наличия или отсутствия взаимосвязи между переменными.

Таблица 17

Результаты однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA)

ANOVA						
Модель		Сумма квадратов	ст. св.	Средний квадрат	F	Значимость
1	Регрессия	143330,897	1	143330,897	913,137	,000
	Остаток	856559,982	5457	156,965		
	Всего	999890,879	5458			

Значение F-критерия (табл. 17) равно 913,137 (что больше $F_{\text{критическое}} = 3,84316346$), соответствует достигнутому уровню значимости $p < 0,001$, следовательно, нулевая гипотеза об отсутствии взаимосвязи между переменными отвергается [2]. Таким образом, результаты индивидуальных учебных достижений обучающихся 6 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке метапредметных результатов и предметных результатов по учебному предмету «Биология 5 класс» тесно связаны.

Для подтверждения правомерности применения линейного регрессионного анализа для данной регрессионной модели распределение остатков представляет форму нормального распределения (рис. 18), график регрессии стандартизованных остатков (рис. 19) представляет собой прямую линию, что говорит о нормальном распределении остатков, а значит, и о соблюдении этого условия проведения линейного регрессионного анализа [2].

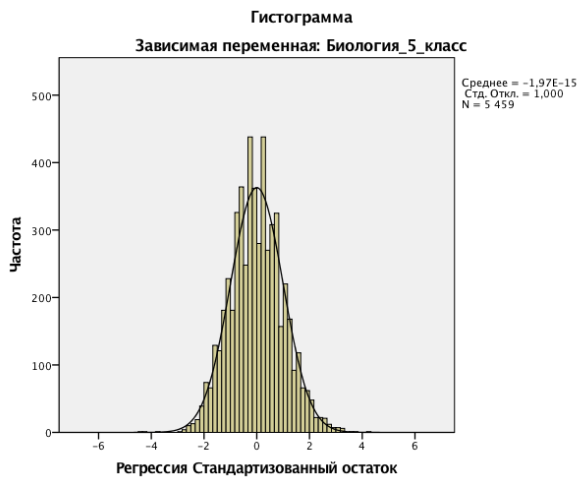


Рис. 18. Гистограмма стандартизованных остатков



Рис. 19. График регрессии стандартизованных остатков

Также обязательным требованием к применению линейного регрессионного анализа является выполнение условия гомоскедастичности, которое должно обеспечивать одинаковый разброс значений зависимой переменной для любых значений независимой переменной. Представленная диаграмма рассеяния разброса стандартизованных остатков в зависимости от стандартизованных предсказанных значений (рис. 20) показывает, что разброс стандартизованных остатков приблизительно одинаков для всех значений стандартизованной предсказанной величины, то есть соблюдается условие гомоскедастичности [2].

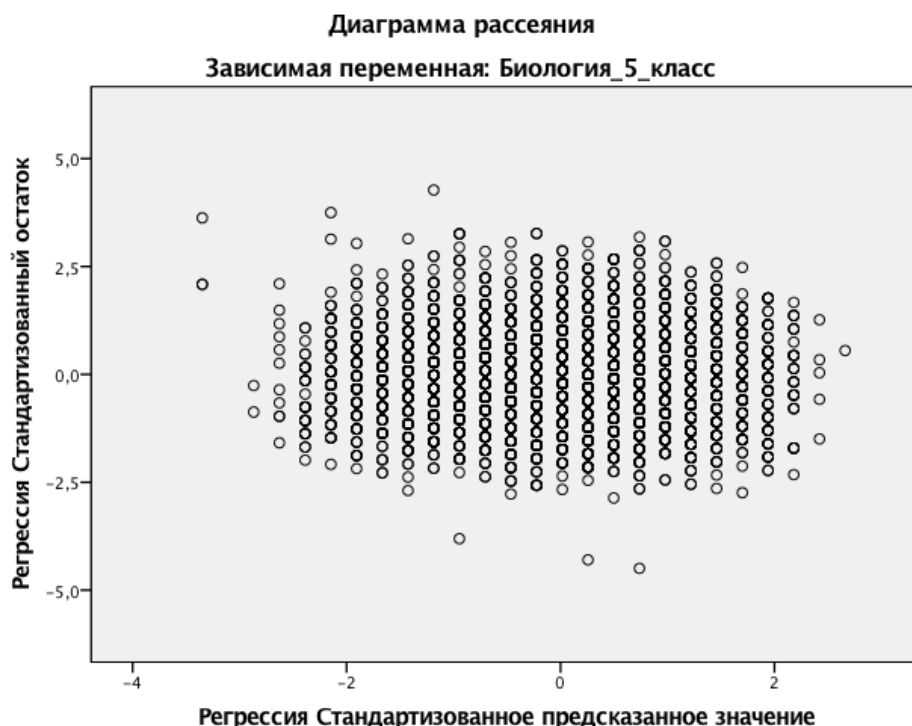


Рис. 20. Диаграмма рассеяния разброса стандартизованных остатков в зависимости от стандартизованных предсказанных значений

Построены регрессии и выявлены математические выражения, характеризующие закономерности отношений между результатами индивидуальных учебных достижений обучающихся 6 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке метапредметных результатов и предметных результатов по английскому языку за 5 класс на уровне основного общего образования.

В таблице 18 представлен расчет коэффициентов регрессии соотношения результатов индивидуальных учебных достижений обучающихся 6 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке метапредметных результатов и предметных результатов по английскому языку за 5 класс на уровне основного общего образования. На основе расчета определены значения константы и коэффициента с указанием уровней значимости и доверительных интервалов.

Итоговое уравнение регрессии для выявления взаимосвязи результатов индивидуальных учебных достижений обучающихся 6 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке метапредметных результатов и предметных результатов по английскому языку за 5 класс на уровне основного общего образования определяется формулой:

$$y = 32,239 + 0,497x \quad (6)$$

Таблица 18

Расчет коэффициентов регрессии

Коэффициенты								
Модель		Нестандартизованные коэффициенты		Стандартизованные коэффициенты	t	Значимость	95,0% Доверительный интервал для B	
		B	Стандартная ошибка				Бета	Нижняя граница
1	(Константа)	32,239	,760		42,423	,000	30,749	33,728
	Комплексная_работа_5_класс	,497	,013	,510	38,577	,000	,472	,523

Значение коэффициента показывает, что при увеличении метапредметного результата обучающихся на 1% значение предметных результатов по учебному предмету «Английский язык 5 класс» увеличивается на 0,497%.

Значение стандартизованного коэффициента (32,239) показывает, на сколько стандартных отклонений увеличивается значение предметных результатов по учебному предмету «Английский язык 5 класс» при увеличении значения метапредметных результатов на одно стандартное отклонение. Расчет 95% доверительных интервалов для коэффициента регрессии и константы (см. табл. 18), показывает, что в случае представления данной выборки в виде генеральной совокупности коэффициент для нее с 95% надежностью будет находиться в пределах от 0,472 до 0,523.

Вычисленное значение t-критерия Стьюдента $t = 38,577$ (что больше $t_{\text{критическое}} = 1,9605254$), поэтому нулевая гипотеза отклоняется. Кроме того, уровень значимости $p < 0,001$, поэтому нулевая гипотеза отклоняется снова. Следовательно, между результатами индивидуальных учебных достижений обучающихся 6 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке метапредметных результатов и предметных результатов по учебному предмету «Английский язык 5 класс» существует статистически значимая линейная зависимость.

В таблице 19 представлены общие сведения о регрессионной модели.

Таблица 19

Общие данные о регрессионной модели

Сводка для модели										
Модель	R	R-квадрат	Скорректированный R-квадрат	Стандартная ошибка оценки	Статистика изменений					Дарбин-Уотсон
					Изменение R квадрат	Изменение F	ст.св. 1	ст.св. 2	Знач. Изменение F	
1	,510	,260	,260	13,78206	,260	1488,211	1	4227	,000	1,854

Коэффициент детерминации R-квадрат равен 0,26. Это означает, что 26% вариаций предметных результатов обучающихся 6 классов по английскому языку изменяются при соответствующих вариациях метапредметных результатов обучающихся 6 классов общеобразовательных организаций Воронежской области.

Значение критерия Дарбина-Уотсона, проверяющего выполнение условия независимости наблюдений, находится в пределах $1 < 1,854 < 3$, что свидетельствует о том, что соблюдается условие независимости остатков [2], и соответственно, прогнозирование с помощью метода наименьших квадратов не нарушается. Следовательно, данная модель простой линейной регрессии является адекватной, между переменными существует линейная зависимость.

На рис. 21 представлена линия регрессии, отражающая характер взаимосвязи результатов индивидуальных учебных достижений обучающихся 6 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке метапредметных результатов и предметных результатов по английскому языку за 5 класс на уровне основного общего образования.

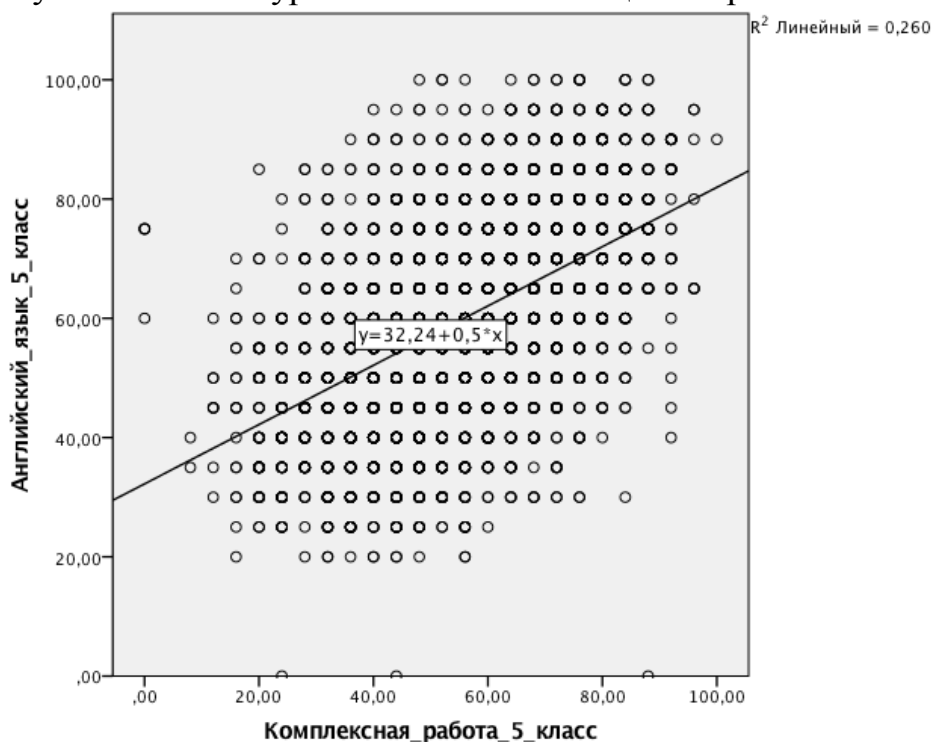


Рис. 21. Регрессия соотношения результатов индивидуальных учебных достижений обучающихся 6 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке метапредметных результатов и предметных результатов по английскому языку за 5 класс на уровне основного общего образования

Таблица 20 отражает результаты однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA) для определения наличия или отсутствия взаимосвязи между переменными.

Таблица 20

Результаты однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA)

ANOVA						
Модель		Сумма квадратов	ст.св.	Средний квадрат	F	Значимость
1	Регрессия	282678,651	1	282678,651	1488,211	,000
	Остаток	802898,672	4227	189,945		
	Всего	1085577,323	4228			

Значение F-критерия (табл. 20) равно 1488,211 (что больше $F_{\text{критическое}} = 3,84365969$), соответствует достигнутому уровню значимости $p < 0,001$, следовательно, нулевая гипотеза об отсутствии взаимосвязи между переменными отвергается [2]. Таким образом, результаты индивидуальных учебных достижений обучающихся 6 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке метапредметных результатов и предметных результатов по учебному предмету «Английский язык 5 класс» тесно связаны.

Для подтверждения правомерности применения линейного регрессионного анализа для данной регрессионной модели распределение остатков представляет форму нормального распределения (рис. 22), график регрессии стандартизованных остатков (рис. 23) представляет собой прямую линию, что говорит о нормальном распределении остатков, а значит, и о соблюдении этого условия проведения линейного регрессионного анализа [2].



Рис. 22. Гистограмма стандартизованных остатков



Рис. 23. График регрессии стандартизованных остатков

Также обязательным требованием к применению линейного регрессионного анализа является выполнение условия гомоскедастичности, которое должно обеспечивать одинаковый разброс значений зависимой пере-

менной для любых значений независимой переменной. Представленная диаграмма рассеяния разброса стандартизованных остатков в зависимости от стандартизованных предсказанных значений (рис. 24) показывает, что разброс стандартизованных остатков приблизительно одинаков для всех значений стандартизованной предсказанной величины, то есть соблюдается условие гомоскедастичности [2].

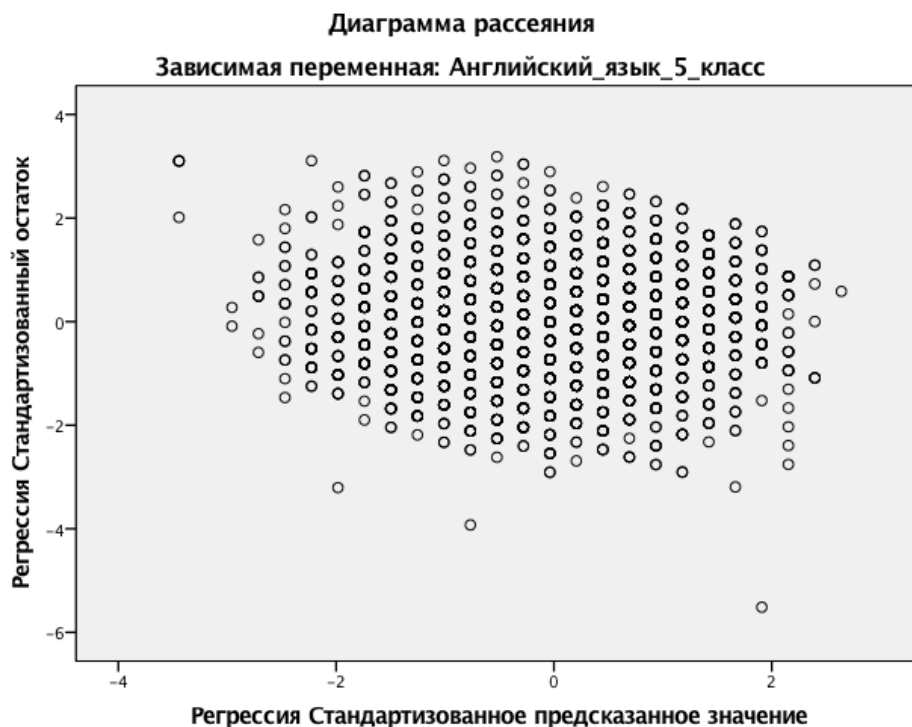


Рис. 24. Диаграмма рассеяния разброса стандартизованных остатков в зависимости от стандартизованных предсказанных значений

Таким образом, проведенный анализ влияния метапредметных результатов на предметные результаты обучающихся 6 классов на уровне основного общего образования показал:

- между метапредметными результатами и предметными результатами по русскому языку, математике и английскому языку за 5 класс на уровне основного общего образования существует прямая и заметная связь;
- между метапредметными результатами и предметными результатами по русскому языку, математике, биологии и английскому языку за 5 класс на уровне основного общего образования существует статистически значимая положительная линейная зависимость;
- 32,4% вариаций предметных результатов обучающихся 6 классов по русскому языку изменяются при соответствующих вариациях метапредметных результатов обучающихся 6 классов общеобразовательных организаций Воронежской области;
- 30,6% вариаций предметных результатов обучающихся 6 классов по математике изменяются при соответствующих вариациях метапредметных

результатов обучающихся 6 классов общеобразовательных организаций Воронежской области;

– 14,3% вариаций предметных результатов обучающихся 6 классов по биологии изменяются при соответствующих вариациях метапредметных результатов обучающихся 6 классов общеобразовательных организаций Воронежской области;

– 26% вариаций предметных результатов обучающихся 6 классов по английскому языку изменяются при соответствующих вариациях метапредметных результатов обучающихся 6 классов общеобразовательных организаций Воронежской области.

1.3. Исследование влияния метапредметных результатов на предметные результаты обучающихся 7 классов

У обучающихся 7 классов из 215 общеобразовательных организаций Воронежской области оценивался уровень сформированности планируемых метапредметных (комплексная работа) и предметных результатов (по русскому языку, математике и обществознанию) за 6 класс при реализации основной образовательной программы основного общего образования. В мониторинге приняло участие:

– 7213 обучающихся 7 классов, у которых оценивались уровень сформированности метапредметных результатов комплексной работой и предметных результатов по русскому языку за 6 класс;

– 7214 обучающихся 7 классов, у которых оценивались уровень сформированности метапредметных результатов комплексной работой и предметных результатов по математике за 6 класс;

– 7225 обучающихся 7 классов, у которых оценивались уровень сформированности метапредметных результатов комплексной работой и предметных результатов по обществознанию за 6 класс.

Результаты МИУД обучающихся 7 классов по оценке метапредметных и предметных результатов за 6 класс на уровне основного общего образования представлены в соответствующем отчете [5].

Для проведения оценки влияния метапредметных результатов на предметные результаты при проведении входного мониторинга индивидуальных учебных достижений обучающихся 7 классов нами использованы статистические методы – корреляционно-регрессионный и однофакторный дисперсионный анализы. Данные методы в своей совокупности позволяют выявить внутренние связи и закономерности влияния метапредметных результатов на предметные результаты по русскому языку, математике и обществознанию за 6 класс.

Расчеты проведены в соответствии со следующими этапами:

1. Построение корреляционной матрицы и оценка характера связи между переменными.

2. Построение регрессии и выявление математических выражений, характеризующих закономерности отношений между переменными.

В ходе **первого этапа** на основе агрегации данных были получены следующие значения корреляции (табл. 21).

Таблица 21

Корреляционная матрица взаимосвязи результатов мониторинга индивидуальных учебных достижений обучающихся 7 классов по оценке метапредметных и предметных результатов за 6 класс на уровне основного общего образования

	Комплексная работа 6 класс
Русский язык 6 класс	0,543
Математика 6 класс	0,453
Обществознание 6 класс	0,486

Исходя из расчетов, представленных в корреляционной матрице (таблица 21), и с учетом шкалы Чеддока [1] для оценки корреляции, можно сделать следующие **выводы**:

– связь между результатами обучающихся общеобразовательных организаций Воронежской области, принявших участие в мониторинге индивидуальных учебных достижений по учебному предмету «Комплексная работа 6 класс», в % от максимального балла, и по учебному предмету «Русский язык 6 класс», в % от максимального балла, является **прямой и заметной**;

– связь между результатами обучающихся общеобразовательных организаций Воронежской области, принявших участие в мониторинге индивидуальных учебных достижений по учебному предмету «Комплексная работа 6 класс», в % от максимального балла, и по учебному предмету «Математика 6 класс», в % от максимального балла, является **прямой и умеренной**;

– связь между результатами обучающихся общеобразовательных организаций Воронежской области, принявших участие в мониторинге индивидуальных учебных достижений по учебному предмету «Комплексная работа 6 класс», в % от максимального балла, и по учебному предмету «Обществознание 6 класс», в % от максимального балла, является **прямой и умеренной**.

В соответствии со **вторым этапом** построены регрессии и выявлены математические выражения, характеризующие закономерности отношений между результатами индивидуальных учебных достижений обучающихся 7 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке метапредметных результатов и предметных результатов за 6 класс на уровне основного общего образования. Для проведения регрессионного анализа было использовано программное средство IBM SPSS Statistics.

В таблице 22 представлен расчет коэффициентов регрессии соотношения результатов индивидуальных учебных достижений обучающихся 7 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке метапредметных результатов и предметных результатов по русскому языку за 6 класс на уровне основного общего образования. На основе расчета определены значения константы и коэффициента с указанием уровней значимости и доверительных интервалов.

Таблица 22

Расчет коэффициентов регрессии

Коэффициенты								
Модель	Нестандартизованные коэффициенты		Стандартизованные коэффициенты	t	Значимость	95,0% Доверительный интервал для B		
	B	Стандартная ошибка	Бета			Нижняя граница	Верхняя граница	
1	(Константа)	15,478	,612					
	Комплексная_ работа_6_класс	,662	,012	,543	54,968	,000	,638	,686

Итоговое уравнение регрессии для выявления взаимосвязи результатов индивидуальных учебных достижений обучающихся 7 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке метапредметных результатов и предметных результатов по русскому языку за 6 класс на уровне основного общего образования определяется формулой:

$$y = 15,478 + 0,662x \quad (7)$$

Значение коэффициента показывает, что при увеличении метапредметного результата обучающихся на 1% значение предметных результатов по учебному предмету «Русский язык 6 класс» увеличивается на 0,662%.

Значение стандартизованного коэффициента (15,478) показывает, на сколько стандартных отклонений увеличивается значение предметных результатов по учебному предмету «Русский язык 6 класс» при увеличении значения метапредметных результатов на одно стандартное отклонение. Расчет 95% доверительных интервалов для коэффициента регрессии и константы (см. табл. 22), показывает, что в случае представления данной выборки в виде генеральной совокупности коэффициент для нее с 95% надежностью будет находиться в пределах от 0,638 до 0,686.

Вычисленное значение t-критерия Стьюдента $t = 54,968$ (что больше $t_{\text{критическое}} = 1,960293$), поэтому нулевая гипотеза отклоняется. Кроме того, уровень значимости $p < 0,001$, поэтому нулевая гипотеза отклоняется снова. Следовательно, между результатами индивидуальных учебных достижений обучающихся 7 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке метапредметных результатов и предметных ре-

зультатов по учебному предмету «Русский язык 6 класс» существует статистически значимая линейная зависимость.

В таблице 23 представлены общие сведения о регрессионной модели. Коэффициент детерминации R-квадрат равен 0,295. Это означает, что 29,5% вариаций предметных результатов обучающихся 7 классов по русскому языку изменяются при соответствующих вариациях метапредметных результатов обучающихся 7 классов общеобразовательных организаций Воронежской области.

Таблица 23

Общие данные о регрессионной модели

Сводка для модели										
Мо- дель	R	R- квад- рат	Скор- ректи- рован- ный R- квадрат	Стан- дартная ошибка оценки	Статистика изменений					Дарбин- Уотсон
					Изме- нение R квад- квад- рат	Измене- ние F	ст.св. 1	ст.св. 2	Знач. Измене- ние F	
1	,543	,295	,295	14,72108	,295	3021,476	1	7211	,000	1,902

Значение критерия Дарбина-Уотсона, проверяющего выполнение условия независимости наблюдений, находится в пределах $1 < 1,902 < 3$, что свидетельствует о том, что соблюдается условие независимости остатков [2], и соответственно, прогнозирование с помощью метода наименьших квадратов не нарушается. Следовательно, данная модель простой линейной регрессии является адекватной, между переменными существует линейная зависимость.

На рис. 25 представлена линия регрессии, отражающая характер взаимосвязи результатов индивидуальных учебных достижений обучающихся 7 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке метапредметных результатов и предметных результатов по русскому языку за 6 класс на уровне основного общего образования.

Таблица 24 отражает результаты однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA) для определения наличия или отсутствия взаимосвязи между переменными.

Таблица 24

Результаты однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA)

ANOVA						
Модель		Сумма квадратов	ст.св.	Средний квадрат	F	Значимость
1	Регрессия	654784,602	1	654784,602	3021,476	,000
	Остаток	1562697,130	7211	216,710		
	Всего	2217481,733	7212			

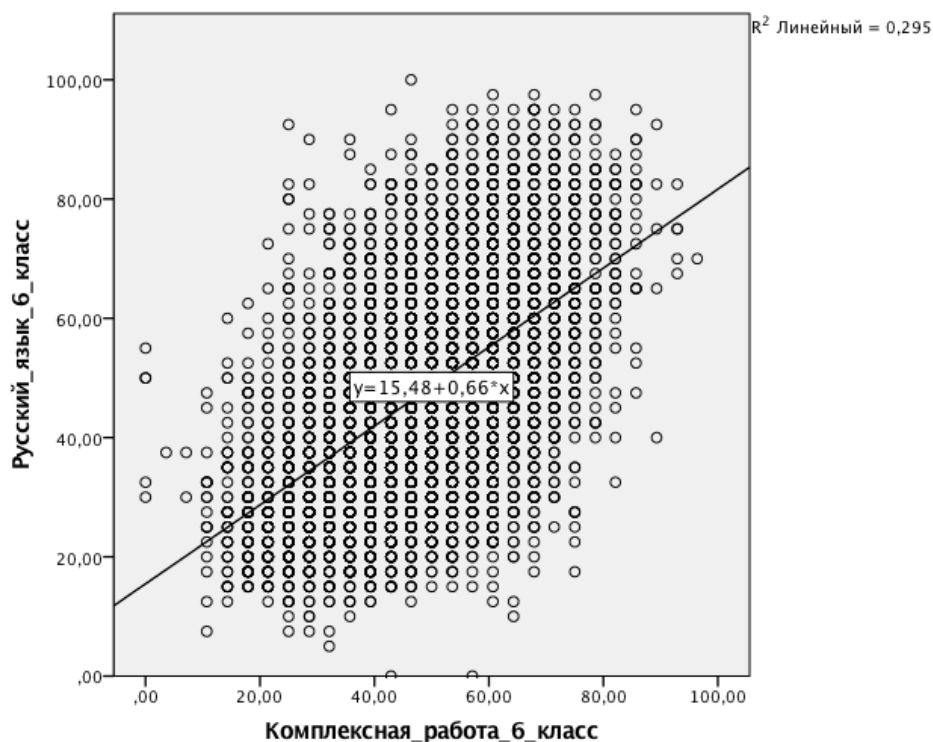


Рис. 25. Регрессия соотношения результатов индивидуальных учебных достижений обучающихся 7 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке метапредметных результатов и предметных результатов по русскому языку за 6 класс на уровне основного общего образования

Значение F-критерия (табл. 24) равно 3021,476 (что больше $F_{\text{критическое}} = 3,84274872$), соответствует достигнутому уровню значимости $p < 0,001$, следовательно, нулевая гипотеза об отсутствии взаимосвязи между переменными отвергается [2]. Таким образом, результаты индивидуальных учебных достижений обучающихся 7 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке метапредметных результатов и предметных результатов по учебному предмету «Русский язык 6 класс» тесно связаны.

Для подтверждения правомерности применения линейного регрессионного анализа для данной регрессионной модели распределение остатков представляет форму нормального распределения (рис. 26), график регрессии стандартизованных остатков (рис. 27) представляет собой практически прямую линию, что говорит о нормальном распределении остатков, а значит, и о соблюдении этого условия проведения линейного регрессионного анализа [2].

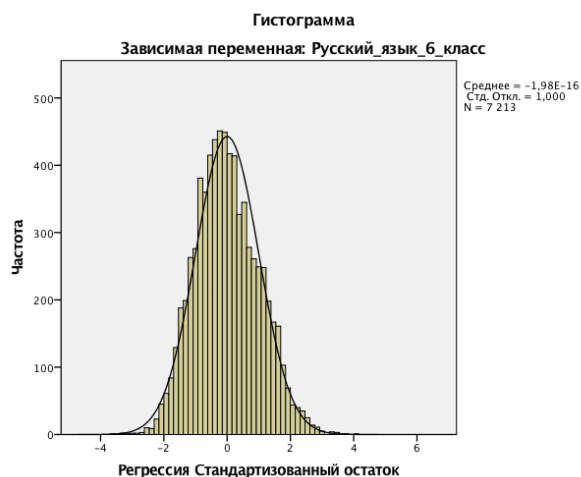


Рис. 26. Гистограмма стандартизованных остатков



Рис. 27. График регрессии стандартизованных остатков

Также обязательным требованием к применению линейного регрессионного анализа является выполнение условия гомоскедастичности, которое должно обеспечивать одинаковый разброс значений зависимой переменной для любых значений независимой переменной. Представленная диаграмма рассеяния разброса стандартизованных остатков в зависимости от стандартизованных предсказанных значений (рис. 28) показывает, что разброс стандартизованных остатков приблизительно одинаков для всех значений стандартизованной предсказанной величины, то есть соблюдается условие гомоскедастичности [2].



Рис. 28. Диаграмма рассеяния разброса стандартизованных остатков в зависимости от стандартизованных предсказанных значений

Построены регрессии и выявлены математические выражения, характеризующие закономерности отношений между результатами индивидуальных учебных достижений обучающихся 7 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке метапредметных результатов и предметных результатов по математике за 6 класс на уровне основного общего образования.

В таблице 25 представлен расчет коэффициентов регрессии соотношения результатов индивидуальных учебных достижений обучающихся 7 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке метапредметных результатов и предметных результатов по математике за 6 класс на уровне основного общего образования. На основе расчета определены значения константы и коэффициента с указанием уровней значимости и доверительных интервалов.

Таблица 25

Расчет коэффициентов регрессии

Коэффициенты								
Модель	Нестандартизованные коэффициенты		Стандартизованные коэффициенты	t	Значимость	95,0% Доверительный интервал для B		
	B	Стандартная ошибка	Бета			Нижняя граница	Верхняя граница	
1	(Константа)	8,466	,545					
	Комплексная_ работа_ 6_ класс	,464	,011	,453	43,194	,000	,442	,485

Итоговое уравнение регрессии для выявления взаимосвязи результатов индивидуальных учебных достижений обучающихся 7 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке метапредметных результатов и предметных результатов по математике за 6 класс на уровне основного общего образования определяется формулой:

$$y = 8,466 + 0,464x \quad (8)$$

Значение коэффициента показывает, что при увеличении метапредметного результата обучающихся на 1% значение предметных результатов по учебному предмету «Математика 6 класс» увеличивается на 0,464%.

Значение стандартизованного коэффициента (8,466) показывает, на сколько стандартных отклонений увеличивается значение предметных результатов по учебному предмету «Математика 6 класс» при увеличении значения метапредметных результатов на одно стандартное отклонение. Расчет 95% доверительных интервалов для коэффициента регрессии и константы (см. табл. 25), показывает, что в случае представления данной выборки в виде генеральной совокупности коэффициент для нее с 95% надежностью будет находиться в пределах от 0,442 до 0,485.

Вычисленное значение t-критерия Стьюдента $t = 43,194$ (что больше $t_{\text{критическое}} = 1,960293$), поэтому нулевая гипотеза отклоняется. Кроме того, уровень значимости $p < 0,001$, поэтому нулевая гипотеза отклоняется снова. Следовательно, между результатами индивидуальных учебных достижений обучающихся 7 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке метапредметных результатов и предметных результатов по учебному предмету «Математика 6 класс» существует статистически значимая линейная зависимость.

В таблице 26 представлены общие сведения о регрессионной модели. Коэффициент детерминации R-квадрат равен 0,206. Это означает, что 20,6% вариаций предметных результатов обучающихся 7 классов по математике изменяются при соответствующих вариациях метапредметных результатов обучающихся 7 классов общеобразовательных организаций Воронежской области.

Таблица 26

Общие данные о регрессионной модели

Сводка для модели										
Мо- дель	R	R- квад- рат	Скор- ректи- рован- ный R- квадрат	Стан- дартная ошибка оценки	Статистика изменений					Дарбин- Уотсон
					Изме- нение R квад- квад- рат	Измене- ние F	ст.св. 1	ст.св. 2	Знач. Измене- ние F	
1	,453	,206	,205	12,95820	,206	1865,711	1	7212	,000	1,818

Значение критерия Дарбина-Уотсона, проверяющего выполнение условия независимости наблюдений, находится в пределах $1 < 1,818 < 3$, что свидетельствует о том, что соблюдается условие независимости остатков [2], и соответственно, прогнозирование с помощью метода наименьших квадратов не нарушается. Следовательно, данная модель простой линейной регрессии является адекватной, между переменными существует линейная зависимость.

На рис. 29 представлена линия регрессии, отражающая характер взаимосвязи результатов индивидуальных учебных достижений обучающихся 7 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке метапредметных результатов и предметных результатов по математике за 6 класс на уровне основного общего образования.

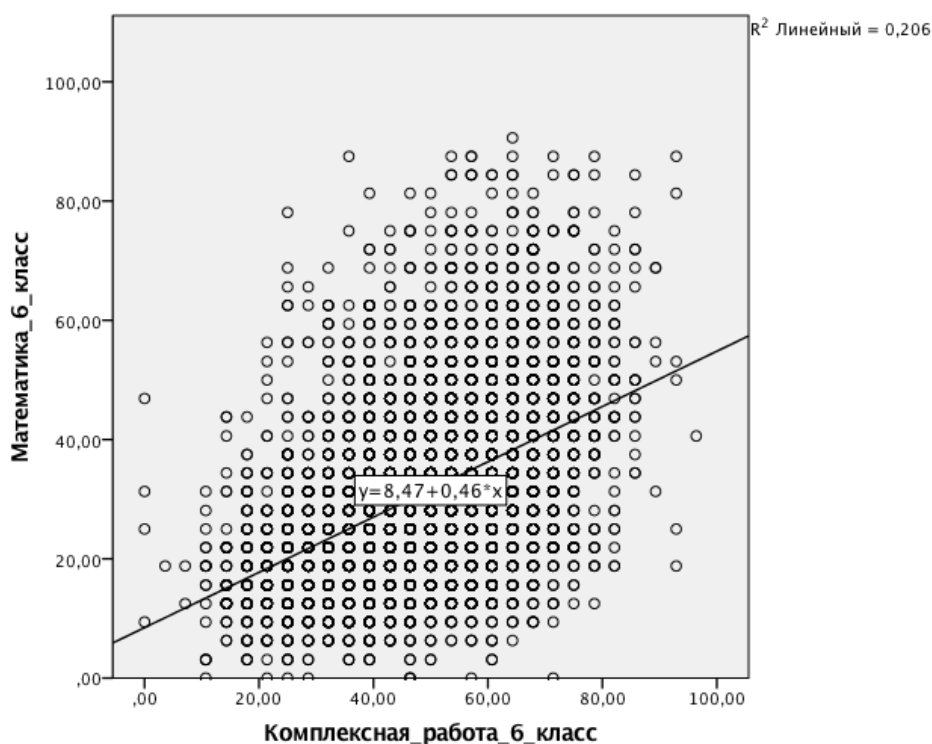


Рис. 29. Регрессия соотношения результатов индивидуальных учебных достижений обучающихся 7 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке метапредметных результатов и предметных результатов по математике за 6 класс на уровне основного общего образования

Таблица 27 отражает результаты однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA) для определения наличия или отсутствия взаимосвязи между переменными.

Таблица 27

Результаты однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA)

ANOVA						
Модель		Сумма квадратов	ст. св.	Средний квадрат	F	Значимость
1	Регрессия	313280,857	1	313280,857	1865,711	,000
	Остаток	1211002,689	7212	167,915		
	Всего	1524283,546	7213			

Значение F-критерия (табл. 4) равно 18651,711 (что больше $F_{\text{критическое}} = 3,84274854$), соответствует достигнутому уровню значимости $p < 0,001$, следовательно, нулевая гипотеза об отсутствии взаимосвязи между переменными отвергается [2]. Таким образом, результаты индивидуальных учебных достижений обучающихся 7 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке метапредметных результатов и предметных результатов по учебному предмету «Математика 6 класс» тесно связаны.

Для подтверждения правомерности применения линейного регрессионного анализа для данной регрессионной модели распределение остатков представляет форму нормального распределения (рис. 30), график регрессии стандартизованных остатков (рис. 31) представляет собой практически прямую линию, что говорит о нормальном распределении остатков, а значит, и о соблюдении этого условия проведения линейного регрессионного анализа [2].

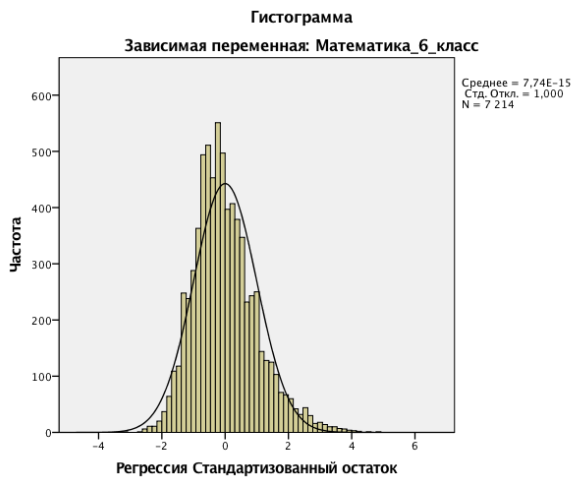


Рис. 30. Гистограмма стандартизованных остатков



Рис. 31. График регрессии стандартизованных остатков

Также обязательным требованием к применению линейного регрессионного анализа является выполнение условия гомоскедастичности, которое должно обеспечивать одинаковый разброс значений зависимой переменной для любых значений независимой переменной. Представленная диаграмма рассеяния разброса стандартизованных остатков в зависимости от стандартизованных предсказанных значений (рис. 32) показывает, что разброс стандартизованных остатков приблизительно одинаков для всех значений стандартизованной предсказанной величины, то есть соблюдается условие гомоскедастичности [2].

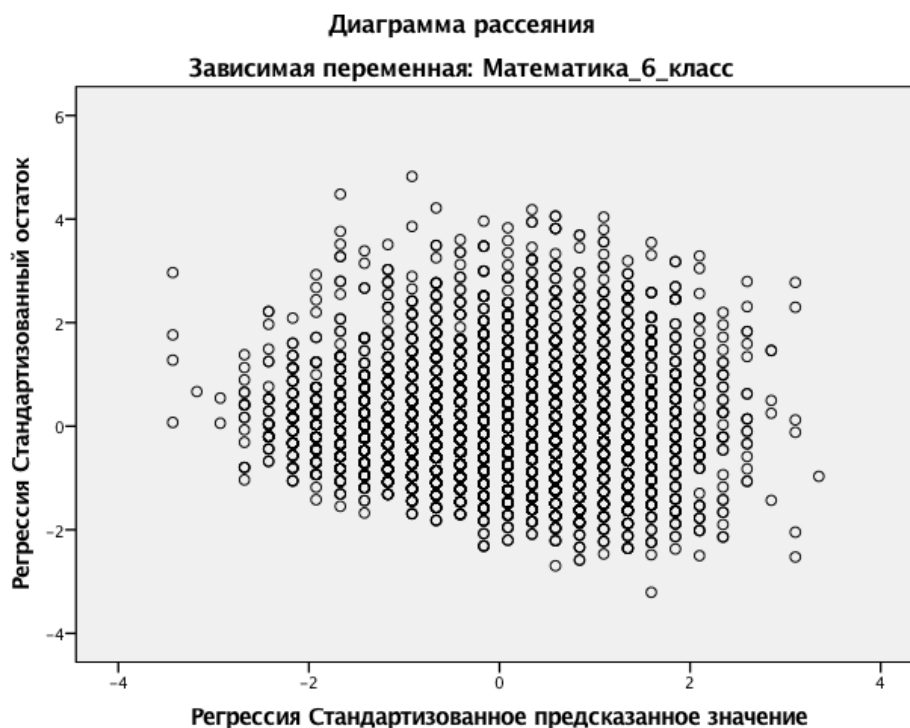


Рис. 32. Диаграмма рассеяния разброса стандартизованных остатков в зависимости от стандартизованных предсказанных значений

Построены регрессии и выявлены математические выражения, характеризующие закономерности отношений между результатами индивидуальных учебных достижений обучающихся 7 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке метапредметных результатов и предметных результатов по обществознанию за 6 класс на уровне основного общего образования.

В таблице 28 представлен расчет коэффициентов регрессии соотношения результатов индивидуальных учебных достижений обучающихся 7 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке метапредметных результатов и предметных результатов по обществознанию за 6 класс на уровне основного общего образования. На основе расчета определены значения константы и коэффициента с указанием уровней значимости и доверительных интервалов.

Итоговое уравнение регрессии для выявления взаимосвязи результатов индивидуальных учебных достижений обучающихся классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке метапредметных результатов и предметных результатов по обществознанию за 6 класс на уровне основного общего образования определяется формулой:

$$y = 35,404 + 0,491x \quad (9)$$

Таблица 28

Расчет коэффициентов регрессии

Коэффициенты								
Модель		Нестандартизованные коэффициенты		Стандартизованные коэффициенты	t	Значимость	95,0% Доверительный интервал для B	
		B	Стандартная ошибка				Бета	Нижняя граница
1	(Константа)	35,404	,528		66,990	,000	34,368	36,440
	Комплексная_ работа_6_класс	,491	,010	,486	47,199	,000	,470	,511

Значение коэффициента показывает, что при увеличении метапредметного результата обучающихся на 1% значение предметных результатов по учебному предмету «Обществознание 6 класс» увеличивается на 0,491%.

Значение стандартизованного коэффициента (35,404) показывает, на сколько стандартных отклонений увеличивается значение предметных результатов по учебному предмету «Обществознание 6 класс» при увеличении значения метапредметных результатов на одно стандартное отклонение. Расчет 95% доверительных интервалов для коэффициента регрессии и константы (см. табл. 28), показывает, что в случае представления данной выборки в виде генеральной совокупности коэффициент для нее с 95% надежностью будет находиться в пределах от 0,470 до 0,511.

Вычисленное значение t-критерия Стьюдента $t = 47,199$ (что больше $t_{\text{критическое}} = 1,9602925$), поэтому нулевая гипотеза отклоняется. Кроме того, уровень значимости $p < 0,001$, поэтому нулевая гипотеза отклоняется снова. Следовательно, между результатами индивидуальных учебных достижений обучающихся 7 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке метапредметных результатов и предметных результатов по учебному предмету «Обществознание 6 класс» существует статистически значимая линейная зависимость.

В таблице 29 представлены общие сведения о регрессионной модели.

Таблица 29

Общие данные о регрессионной модели

Сводка для модели										
Модель	R	R-квадрат	Скорректированный R-квадрат	Стандартная ошибка оценки	Статистика изменений					Дарбин-Уотсон
					Изменение R квадрат	Изменение F	ст.св. 1	ст.св. 2	Знач. Изменение F	
1	,486	,236	,236	12,61494	,236	2227,773	1	7223	,000	1,951

Коэффициент детерминации R-квадрат равен 0,236. Это означает, что 23,6% вариаций предметных результатов обучающихся 7 классов по обществознанию изменяются при соответствующих вариациях метапредметных результатов обучающихся 7 классов общеобразовательных организаций Воронежской области.

Значение критерия Дарбина-Уотсона, проверяющего выполнение условия независимости наблюдений, находится в пределах $1 < 1,951 < 3$, что свидетельствует о том, что соблюдается условие независимости остатков [2], и соответственно, прогнозирование с помощью метода наименьших квадратов не нарушается. Следовательно, данная модель простой линейной регрессии является адекватной, между переменными существует линейная зависимость.

На рис. 33 представлена линия регрессии, отражающая характер взаимосвязи результатов индивидуальных учебных достижений обучающихся 7 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке метапредметных результатов и предметных результатов по обществознанию за 6 класс на уровне основного общего образования.

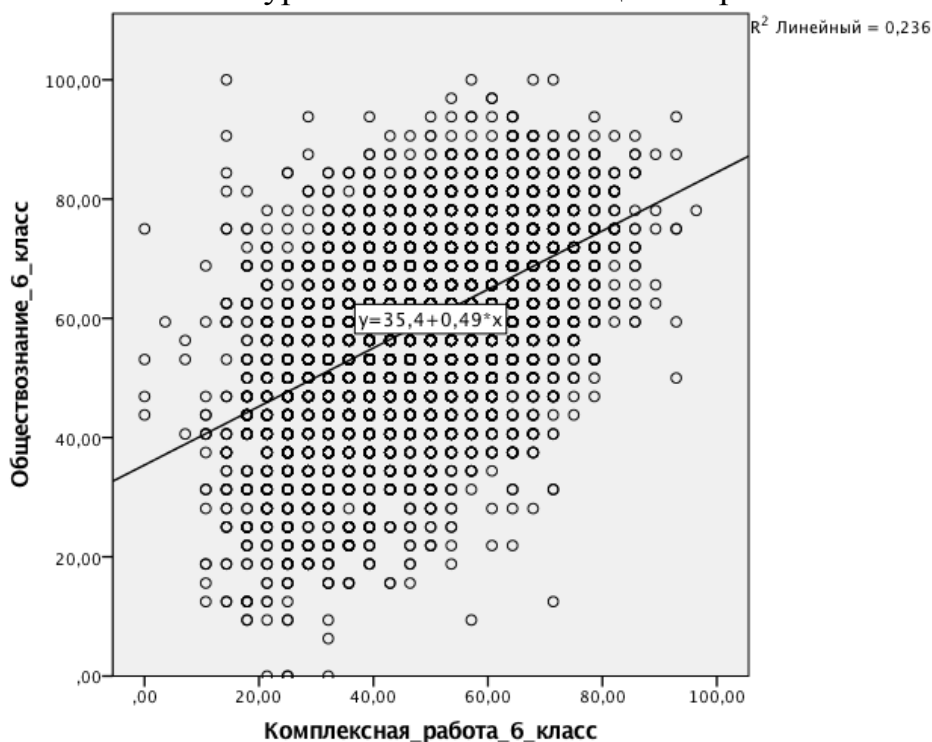


Рис. 33. Регрессия соотношения результатов индивидуальных учебных достижений обучающихся 7 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке метапредметных результатов и предметных результатов по обществознанию за 6 класс на уровне основного общего образования

Таблица 30 отражает результаты однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA) для определения наличия или отсутствия взаимосвязи между переменными.

Таблица 30

Результаты однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA)

ANOVA						
Модель		Сумма квадратов	ст.св.	Средний квадрат	F	Значимость
1	Регрессия	354520,226	1	354520,226	2227,773	,000
	Остаток	1149443,773	7223	159,137		
	Всего	1503963,999	7224			

Значение F-критерия (табл. 4) равно 2227,773 (что больше $F_{\text{критическое}} = 3,84274657$), соответствует достигнутому уровню значимости $p < 0,001$, следовательно, нулевая гипотеза об отсутствии взаимосвязи между переменными отвергается [2]. Таким образом, результаты индивидуальных учебных достижений обучающихся 7 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке метапредметных результатов и предметных результатов по учебному предмету «Обществознание 6 класс» тесно связаны.

Для подтверждения правомерности применения линейного регрессионного анализа для данной регрессионной модели распределение остатков представляет форму нормального распределения (рис. 34), график регрессии стандартизованных остатков (рис. 35) представляет собой прямую линию, что говорит о нормальном распределении остатков, а значит, и о соблюдении этого условия проведения линейного регрессионного анализа [2].



Рис. 34. Гистограмма стандартизованных остатков



Рис. 35. График регрессии стандартизованных остатков

Также обязательным требованием к применению линейного регрессионного анализа является выполнение условия гомоскедастичности, которое должно обеспечивать одинаковый разброс значений зависимой пере-

менной для любых значений независимой переменной. Представленная диаграмма рассеяния разброса стандартизованных остатков в зависимости от стандартизованных предсказанных значений (рис. 36) показывает, что разброс стандартизованных остатков приблизительно одинаков для всех значений стандартизованной предсказанной величины, то есть соблюдается условие гомоскедастичности [2].

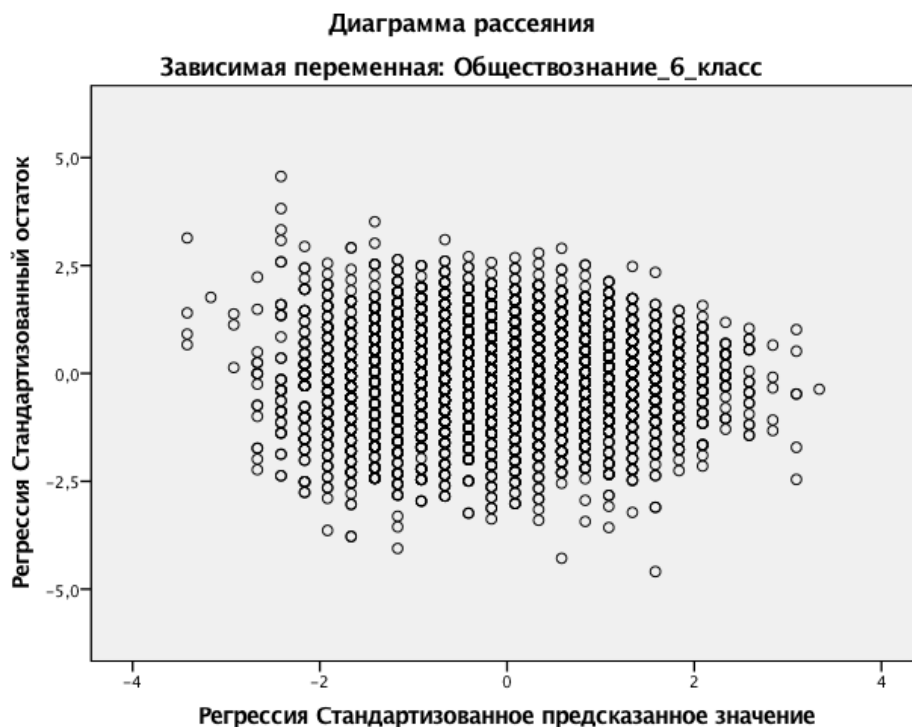


Рис. 36. Диаграмма рассеяния разброса стандартизованных остатков в зависимости от стандартизованных предсказанных значений

Таким образом, проведенный анализ влияния метапредметных результатов на предметные результаты обучающихся 7 классов на уровне основного общего образования показал:

- между метапредметными результатами и предметными результатами по русскому языку за 6 класс на уровне основного общего образования существует прямая и заметная связь;
- между метапредметными результатами и предметными результатами по математике и обществознанию за 6 класс на уровне основного общего образования существует прямая и умеренная связь;
- между метапредметными результатами и предметными результатами по русскому языку, математике и обществознанию за 6 класс на уровне основного общего образования существует статистически значимая положительная линейная зависимость;
- 29,5% вариаций предметных результатов обучающихся 7 классов по русскому языку изменяются при соответствующих вариациях метапред-

метных результатов обучающихся 7 классов общеобразовательных организаций Воронежской области;

– 20,6% вариаций предметных результатов обучающихся 7 классов по математике изменяются при соответствующих вариациях метапредметных результатов обучающихся 7 классов общеобразовательных организаций Воронежской области;

– 23,6% вариаций предметных результатов обучающихся 7 классов по обществознанию изменяются при соответствующих вариациях метапредметных результатов обучающихся 7 классов общеобразовательных организаций Воронежской области.

1.4. Исследование влияния метапредметных результатов на предметные результаты обучающихся 8 классов

У обучающихся 8 классов из 216 общеобразовательных организаций Воронежской области оценивался уровень сформированности планируемых метапредметных (комплексная работа) и предметных результатов (по русскому языку, математике и обществознанию) за 7 класс при реализации основной образовательной программы основного общего образования. В мониторинге приняло участие:

– 7564 обучающихся 8 классов, у которых оценивались уровень сформированности метапредметных результатов комплексной работой и предметных результатов по русскому языку за 7 класс;

– 7421 обучающихся 8 классов, у которых оценивались уровень сформированности метапредметных результатов комплексной работой и предметных результатов по математике за 7 класс;

– 7531 обучающихся 8 классов, у которых оценивались уровень сформированности метапредметных результатов комплексной работой и предметных результатов по обществознанию за 7 класс.

Результаты МИУД обучающихся 8 классов по оценке метапредметных и предметных результатов за 7 класс на уровне основного общего образования представлены в соответствующем отчете [6].

Для проведения оценки влияния метапредметных результатов на предметные результаты при проведении входного мониторинга индивидуальных учебных достижений обучающихся 8 классов нами использованы статистические методы – корреляционно-регрессионный и однофакторный дисперсионный анализы. Данные методы в своей совокупности позволяют выявить внутренние связи и закономерности влияния метапредметных результатов на предметные результаты по русскому языку, математике и обществознанию за 7 класс.

Расчеты проведены в соответствии со следующими этапами:

1. Построение корреляционной матрицы и оценка характера связи между переменными.

2. Построение регрессии и выявление математических выражений, характеризующих закономерности отношений между переменными.

В ходе **первого этапа** на основе агрегации данных были получены следующие значения корреляции (табл. 31).

Таблица 31

Корреляционная матрица взаимосвязи результатов мониторинга индивидуальных учебных достижений обучающихся 8 классов по оценке метапредметных и предметных результатов за 7 класс на уровне основного общего образования

	Комплексная работа 7 класс
Русский язык 7 класс	0,513
Математика 7 класс	0,462
Обществознание 7 класс	0,446

Исходя из расчетов, представленных в корреляционной матрице (таблица 31), и с учетом шкалы Чеддока [1] для оценки корреляции, можно сделать следующие **выводы**:

– связь между результатами обучающихся общеобразовательных организаций Воронежской области, принявших участие в мониторинге индивидуальных учебных достижений по учебному предмету «Комплексная работа 7 класс», в % от максимального балла, и по учебному предмету «Русский язык 7 класс», в % от максимального балла, является **прямой и заметной**;

– связь между результатами обучающихся общеобразовательных организаций Воронежской области, принявших участие в мониторинге индивидуальных учебных достижений по учебному предмету «Комплексная работа 7 класс», в % от максимального балла, и по учебному предмету «Математика 7 класс», в % от максимального балла, является **прямой и умеренной**;

– связь между результатами обучающихся общеобразовательных организаций Воронежской области, принявших участие в мониторинге индивидуальных учебных достижений по учебному предмету «Комплексная работа 7 класс», в % от максимального балла, и по учебному предмету «Обществознание 7 класс», в % от максимального балла, является **прямой и умеренной**.

В соответствии со **вторым этапом** построены регрессии и выявлены математические выражения, характеризующие закономерности отношений между результатами индивидуальных учебных достижений обучающихся 8 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке метапредметных результатов и предметных результатов за 7 класс на уровне основного общего образования. Для проведения регрессионного анализа было использовано программное средство IBM SPSS Statistics.

В таблице 32 представлен расчет коэффициентов регрессии соотношения результатов индивидуальных учебных достижений обучающихся 8 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке метапредметных результатов и предметных результатов по русскому языку за 7 класс на уровне основного общего образования. На основе расчета определены значения константы и коэффициента с указанием уровней значимости и доверительных интервалов.

Таблица 32

Расчет коэффициентов регрессии

Коэффициенты								
Модель	Нестандартизованные коэффициенты		Стандартизованные коэффициенты	t	Значимость	95,0% Доверительный интервал для B		
	B	Стандартная ошибка	Бета			Нижняя граница	Верхняя граница	
1	(Константа)	11,523	,524					
	Комплексная_ работа_ 7_ класс	,530	,010	,513	51,932	,000	,510	,550

Итоговое уравнение регрессии для выявления взаимосвязи результатов индивидуальных учебных достижений обучающихся классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке метапредметных результатов и предметных результатов по русскому языку за 6 класс на уровне основного общего образования определяется формулой:

$$y = 11,523 + 0,53x \quad (10)$$

Значение коэффициента показывает, что при увеличении метапредметного результата обучающихся на 1% значение предметных результатов по учебному предмету «Русский язык 7 класс» увеличивается на 0,53%.

Значение стандартизованного коэффициента (11,523) показывает, на сколько стандартных отклонений увеличивается значение предметных результатов по учебному предмету «Русский язык 7 класс» при увеличении значения метапредметных результатов на одно стандартное отклонение. Расчет 95% доверительных интервалов для коэффициента регрессии и константы (см. табл. 32), показывает, что в случае представления данной выборки в виде генеральной совокупности коэффициент для нее с 95% надежностью будет находиться в пределах от 0,510 до 0,550.

Вычисленное значение t-критерия Стьюдента $t = 51,932$ (что больше $t_{\text{критическое}} = 1,9602777$), поэтому нулевая гипотеза отклоняется. Кроме того, уровень значимости $p < 0,001$, поэтому нулевая гипотеза отклоняется снова. Следовательно, между результатами индивидуальных учебных достижений обучающихся 8 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке метапредметных результатов и предметных ре-

зультатов по учебному предмету «Русский язык 7 класс» существует статистически значимая линейная зависимость.

В таблице 33 представлены общие сведения о регрессионной модели. Коэффициент детерминации R-квадрат равен 0,263. Это означает, что 26,3% вариаций предметных результатов обучающихся 8 классов по русскому языку изменяются при соответствующих вариациях метапредметных результатов обучающихся 8 классов общеобразовательных организаций Воронежской области.

Таблица 33

Общие данные о регрессионной модели

Сводка для модели										
Мо- дель	R	R- квад- рат	Скор- ректи- рован- ный R- квадрат	Стан- дартная ошибка оценки	Статистика изменений					Дарбин- Уотсон
					Изме- нение R квад- квад- рат	Измене- ние F	ст.св. 1	ст.св. 2	Знач. Измене- ние F	
1	,513	,263	,263	14,12436	,263	2696,960	1	7562	,000	1,871

Значение критерия Дарбина-Уотсона, проверяющего выполнение условия независимости наблюдений, находится в пределах $1 < 1,871 < 3$, что свидетельствует о том, что соблюдается условие независимости остатков [2], и соответственно, прогнозирование с помощью метода наименьших квадратов не нарушается. Следовательно, данная модель простой линейной регрессии является адекватной, между переменными существует линейная зависимость.

На рис. 37 представлена линия регрессии, отражающая характер взаимосвязи результатов индивидуальных учебных достижений обучающихся 8 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке метапредметных результатов и предметных результатов по русскому языку за 7 класс на уровне основного общего образования.

Таблица 34 отражает результаты однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA) для определения наличия или отсутствия взаимосвязи между переменными.

Таблица 34

Результаты однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA)

ANOVA						
Модель		Сумма квадратов	ст.св.	Средний квадрат	F	Значимость
1	Регрессия	538037,016	1	538037,016	2696,960	,000
	Остаток	1508601,010	7562	199,498		
	Всего	2046638,026	7563			

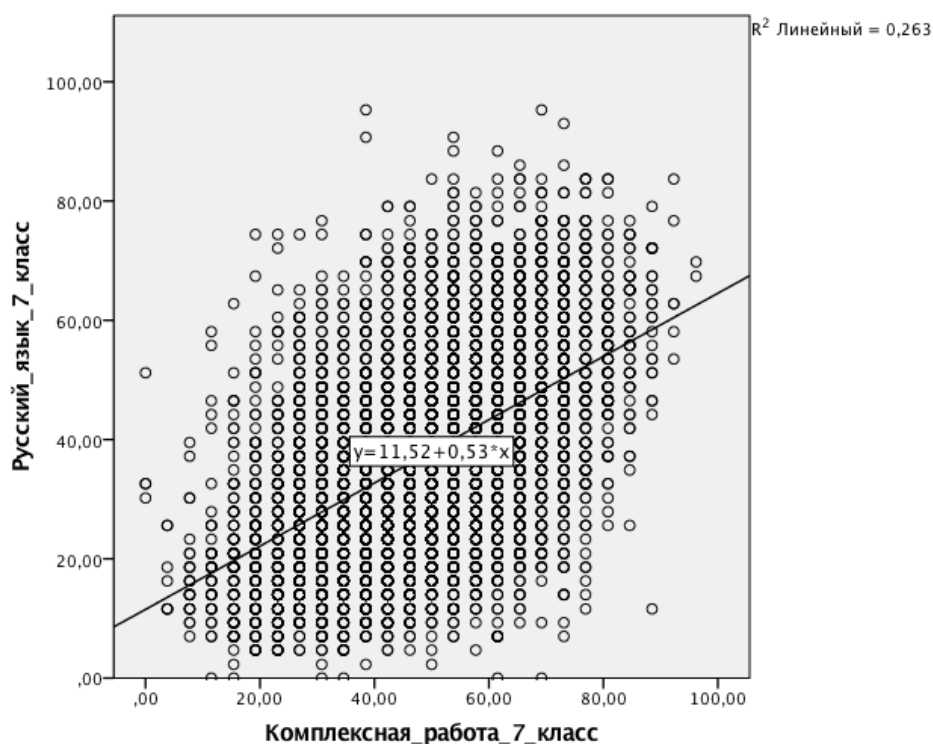


Рис. 37. Регрессия соотношения результатов индивидуальных учебных достижений обучающихся 8 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке метапредметных результатов и предметных результатов по русскому языку за 7 класс на уровне основного общего образования

Значение F-критерия (табл. 34) равно 2696,960 (что больше $F_{\text{критическое}} = 3,84268883$), соответствует достигнутому уровню значимости $p < 0,001$, следовательно, нулевая гипотеза об отсутствии взаимосвязи между переменными отвергается [2]. Таким образом, результаты индивидуальных учебных достижений обучающихся 8 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке метапредметных результатов и предметных результатов по учебному предмету «Русский язык 7 класс» тесно связаны.

Для подтверждения правомерности применения линейного регрессионного анализа для данной регрессионной модели распределение остатков представляет форму нормального распределения (рис. 38), график регрессии стандартизованных остатков (рис. 39) представляет собой прямую линию, что говорит о нормальном распределении остатков, а значит, и о соблюдении этого условия проведения линейного регрессионного анализа [2].

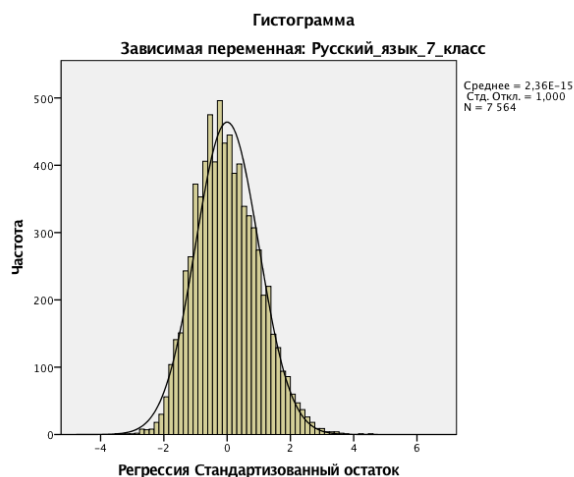


Рис. 38. Гистограмма стандартизованных остатков



Рис. 39. График регрессии стандартизованных остатков

Также обязательным требованием к применению линейного регрессионного анализа является выполнение условия гомоскедастичности, которое должно обеспечивать одинаковый разброс значений зависимой переменной для любых значений независимой переменной. Представленная диаграмма рассеяния разброса стандартизованных остатков в зависимости от стандартизованных предсказанных значений (рис. 40) показывает, что разброс стандартизованных остатков приблизительно одинаков для всех значений стандартизованной предсказанной величины, то есть соблюдается условие гомоскедастичности [2].

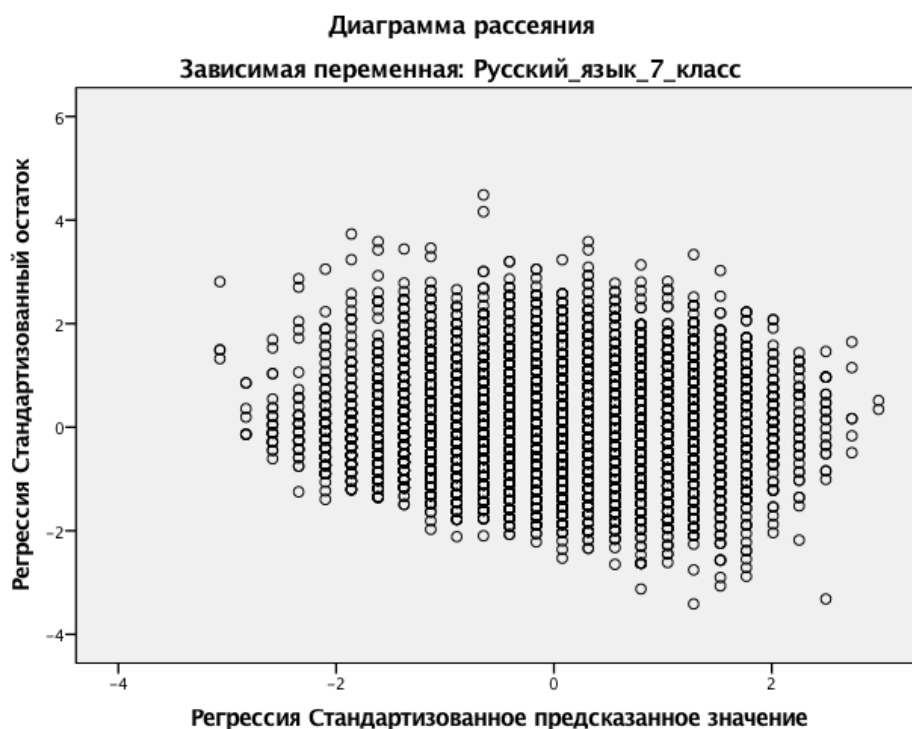


Рис. 40. Диаграмма рассеяния разброса стандартизованных остатков в зависимости от стандартизованных предсказанных значений

Построены регрессии и выявлены математические выражения, характеризующие закономерности отношений между результатами индивидуальных учебных достижений обучающихся 8 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке метапредметных результатов и предметных результатов по математике за 7 класс на уровне основного общего образования.

В таблице 35 представлен расчет коэффициентов регрессии соотношения результатов индивидуальных учебных достижений обучающихся 8 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке метапредметных результатов и предметных результатов по математике за 7 класс на уровне основного общего образования. На основе расчета определены значения константы и коэффициента с указанием уровней значимости и доверительных интервалов.

Таблица 35

Расчет коэффициентов регрессии

Коэффициенты								
Модель	Нестандартизованные коэффициенты		Стандартизованные коэффициенты	t	Значимость	95,0% Доверительный интервал для B		
	B	Стандартная ошибка	Бета			Нижняя граница	Верхняя граница	
1	(Константа)	11,380	,652		17,446	,000	10,102	12,659
	Комплексная_ работа_ 7_ класс	,570	,013	,462	44,832	,000	,545	,595

Итоговое уравнение регрессии для выявления взаимосвязи результатов индивидуальных учебных достижений обучающихся 8 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке метапредметных результатов и предметных результатов по математике за 7 класс на уровне основного общего образования определяется формулой:

$$y = 11,38 + 0,57x \quad (11)$$

Значение коэффициента показывает, что при увеличении метапредметного результата обучающихся на 1% значение предметных результатов по учебному предмету «Математика 7 класс» увеличивается на 0,57%.

Значение стандартизованного коэффициента (11,38) показывает, на сколько стандартных отклонений увеличивается значение предметных результатов по учебному предмету «Математика 7 класс» при увеличении значения метапредметных результатов на одно стандартное отклонение. Расчет 95% доверительных интервалов для коэффициента регрессии и константы (см. табл. 35), показывает, что в случае представления данной выборки в виде генеральной совокупности коэффициент для нее с 95% надежностью будет находиться в пределах от 0,545 до 0,595.

Вычисленное значение t-критерия Стьюдента $t = 44,832$ (что больше $t_{\text{критическое}} = 1,9602838$), поэтому нулевая гипотеза отклоняется. Кроме того, уровень значимости $p < 0,001$, поэтому нулевая гипотеза отклоняется снова. Следовательно, между результатами индивидуальных учебных достижений обучающихся 8 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке метапредметных результатов и предметных результатов по учебному предмету «Математика 7 класс» существует статистически значимая линейная зависимость.

В таблице 36 представлены общие сведения о регрессионной модели. Коэффициент детерминации R-квадрат равен 0,213. Это означает, что 21,3% вариаций предметных результатов обучающихся 8 классов по математике изменяются при соответствующих вариациях метапредметных результатов обучающихся 8 классов общеобразовательных организаций Воронежской области.

Таблица 36

Общие данные о регрессионной модели

Сводка для модели										
Мо- дель	R	R- квад- рат	Скор- ректи- рован- ный R- квадрат	Стан- дартная ошибка оценки	Статистика изменений					Дарбин- Уотсон
					Изме- нение R квад- квад- рат	Измене- ние F	ст.св. 1	ст.св. 2	Знач. Измене- ние F	
1	,462	,213	,213	17,33294	,213	2009,953	1	7419	,000	1,798

Значение критерия Дарбина-Уотсона, проверяющего выполнение условия независимости наблюдений, находится в пределах $1 < 1,798 < 3$, что свидетельствует о том, что соблюдается условие независимости остатков [2], и соответственно, прогнозирование с помощью метода наименьших квадратов не нарушается. Следовательно, данная модель простой линейной регрессии является адекватной, между переменными существует линейная зависимость.

На рис. 41 представлена линия регрессии, отражающая характер взаимосвязи результатов индивидуальных учебных достижений обучающихся 8 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке метапредметных результатов и предметных результатов по математике за 7 класс на уровне основного общего образования.

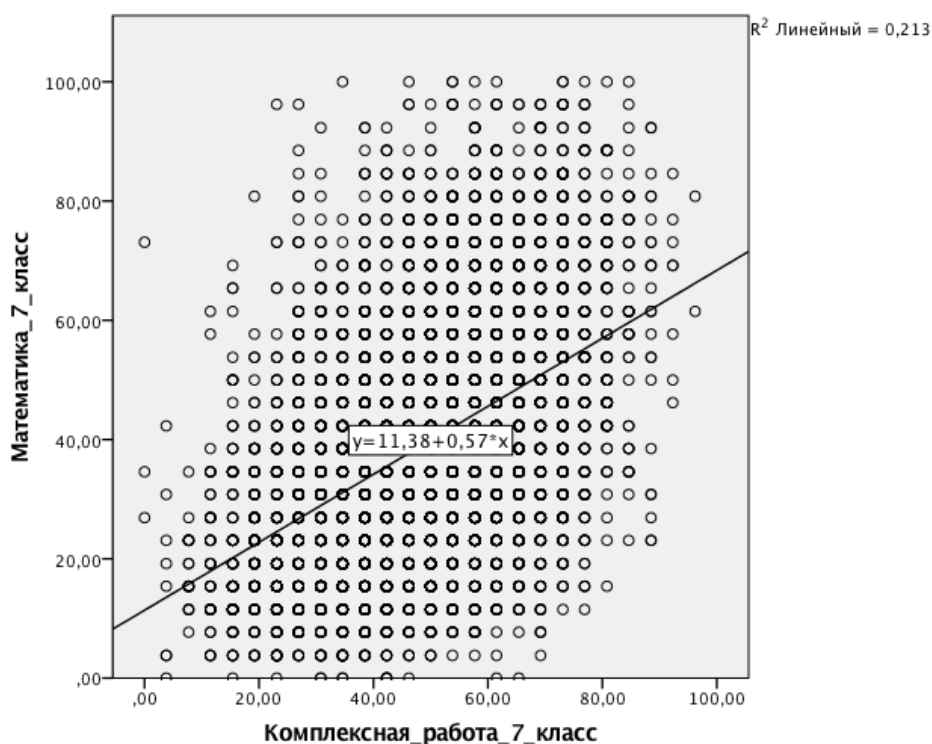


Рис. 41. Регрессия соотношения результатов индивидуальных учебных достижений обучающихся 8 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке метапредметных результатов и предметных результатов по математике за 7 класс на уровне основного общего образования

Таблица 37 отражает результаты однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA) для определения наличия или отсутствия взаимосвязи между переменными.

Таблица 37

Результаты однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA)

ANOVA						
Модель		Сумма квадратов	ст. св.	Средний квадрат	F	Значимость
1	Регрессия	603851,879	1	603851,879	2009,953	,000
	Остаток	2228896,665	7419	300,431		
	Всего	2832748,544	7420			

Значение F-критерия (табл. 37) равно 2009,953 (что больше $F_{\text{критическое}} = 3,84271255$), соответствует достигнутому уровню значимости $p < 0,001$, следовательно, нулевая гипотеза об отсутствии взаимосвязи между переменными отвергается [2]. Таким образом, результаты индивидуальных учебных достижений обучающихся 8 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке метапредметных результатов и предметных результатов по учебному предмету «Математика 7 класс» тесно связаны.

Для подтверждения правомерности применения линейного регрессионного анализа для данной регрессионной модели распределение остатков представляет форму нормального распределения (рис. 42), график регрессии стандартизованных остатков (рис. 43) представляет собой практически прямую линию, что говорит о нормальном распределении остатков, а значит, и о соблюдении этого условия проведения линейного регрессионного анализа [2].

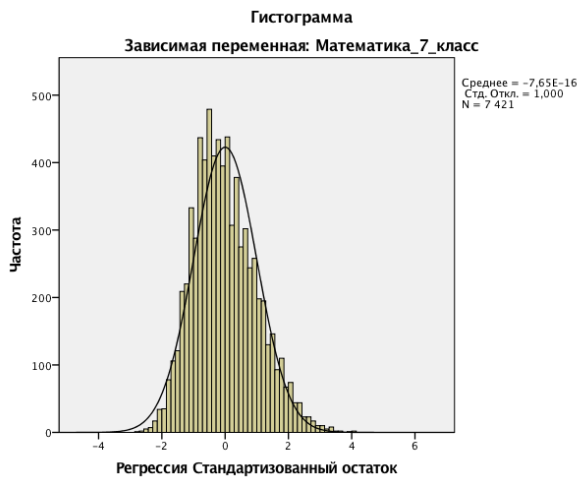


Рис. 42. Гистограмма стандартизованных остатков



Рис. 43. График регрессии стандартизованных остатков

Также обязательным требованием к применению линейного регрессионного анализа является выполнение условия гомоскедастичности, которое должно обеспечивать одинаковый разброс значений зависимой переменной для любых значений независимой переменной. Представленная диаграмма рассеяния разброса стандартизованных остатков в зависимости от стандартизованных предсказанных значений (рис. 44) показывает, что разброс стандартизованных остатков приблизительно одинаков для всех значений стандартизованной предсказанной величины, то есть соблюдается условие гомоскедастичности [2].

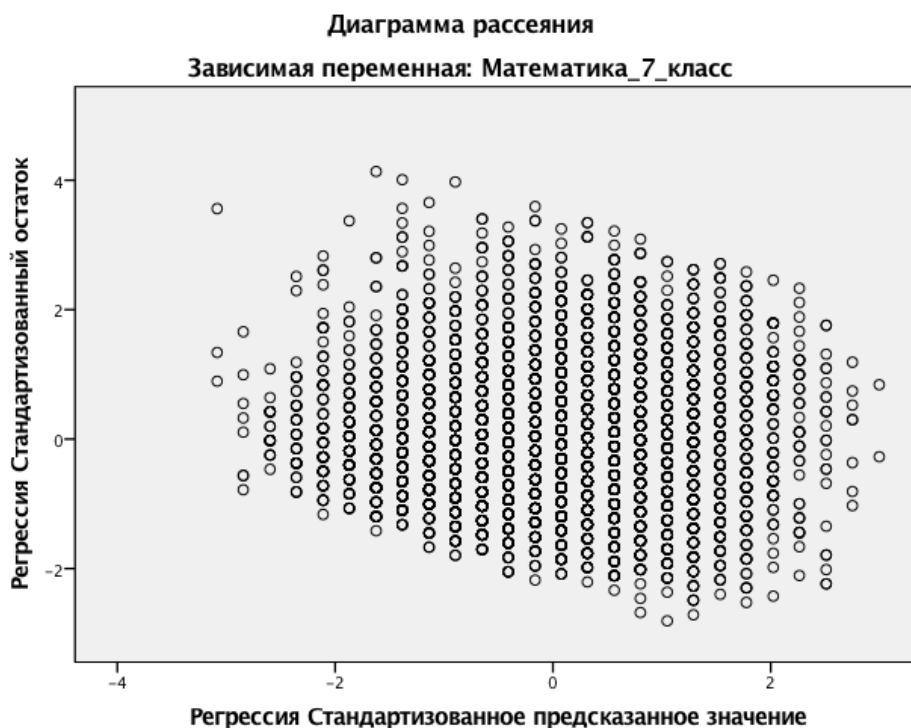


Рис. 44. Диаграмма рассеяния разброса стандартизованных остатков в зависимости от стандартизованных предсказанных значений

Построены регрессии и выявлены математические выражения, характеризующие закономерности отношений между результатами индивидуальных учебных достижений обучающихся 8 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке метапредметных результатов и предметных результатов по обществознанию за 7 класс на уровне основного общего образования.

В таблице 38 представлен расчет коэффициентов регрессии соотношения результатов индивидуальных учебных достижений обучающихся 8 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке метапредметных результатов и предметных результатов по обществознанию за 7 класс на уровне основного общего образования. На основе расчета определены значения константы и коэффициента с указанием уровней значимости и доверительных интервалов.

Итоговое уравнение регрессии для выявления взаимосвязи результатов индивидуальных учебных достижений обучающихся 8 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке метапредметных результатов и предметных результатов по обществознанию за 7 класс на уровне основного общего образования определяется формулой:

$$y = 36,918 + 0,422x \quad (12)$$

Расчет коэффициентов регрессии

Коэффициенты								
Модель		Нестандартизованные коэффициенты		Стандартизованные коэффициенты	t	Значимость	95,0% Доверительный интервал для В	
		В	Стандартная ошибка				Бета	Нижняя граница
1	(Константа)	36,918	,501		73,751	,000	35,937	37,899
	Комплексная_ работа_7_класс	,422	,010	,446	43,219	,000	,403	,441

Значение коэффициента показывает, что при увеличении метапредметного результата обучающихся на 1% значение предметных результатов по учебному предмету «Обществознание 7 класс» увеличивается на 0,422%.

Значение стандартизованного коэффициента (36,918) показывает, на сколько стандартных отклонений увеличивается значение предметных результатов по учебному предмету «Обществознание 7 класс» при увеличении значения метапредметных результатов на одно стандартное отклонение. Расчет 95% доверительных интервалов для коэффициента регрессии и константы (см. табл. 38), показывает, что в случае представления данной выборки в виде генеральной совокупности коэффициент для нее с 95% надежностью будет находиться в пределах от 0,403 до 0,441.

Вычисленное значение t-критерия Стьюдента $t = 43,219$ (что больше $t_{\text{критическое}} = 1,9602791$), поэтому нулевая гипотеза отклоняется. Кроме того, уровень значимости $p < 0,001$, поэтому нулевая гипотеза отклоняется снова. Следовательно, между результатами индивидуальных учебных достижений обучающихся 8 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке метапредметных результатов и предметных результатов по учебному предмету «Обществознание 7 класс» существует статистически значимая линейная зависимость.

В таблице 39 представлены общие сведения о регрессионной модели.

Таблица 39

Общие данные о регрессионной модели

Сводка для модели										
Модель	R	R-квадрат	Скорректированный R-квадрат	Стандартная ошибка оценки	Статистика изменений					Дарбин-Уотсон
					Изменение R квадрат	Изменение F	ст.св. 1	ст.св. 2	Знач. Изменение F	
1	,446	,199	,199	13,47449	,199	1867,915	1	7529	,000	1,892

Коэффициент детерминации R-квадрат равен 0,199. Это означает, что 19,9% вариаций предметных результатов обучающихся 8 классов по обществознанию изменяются при соответствующих вариациях метапредметных результатов обучающихся 8 классов общеобразовательных организаций Воронежской области.

Значение критерия Дарбина-Уотсона, проверяющего выполнение условия независимости наблюдений, находится в пределах $1 < 1,892 < 3$, что свидетельствует о том, что соблюдается условие независимости остатков [2], и соответственно, прогнозирование с помощью метода наименьших квадратов не нарушается. Следовательно, данная модель простой линейной регрессии является адекватной, между переменными существует линейная зависимость.

На рис. 45 представлена линия регрессии, отражающая характер взаимосвязи результатов индивидуальных учебных достижений обучающихся 8 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке метапредметных результатов и предметных результатов по обществознанию за 7 класс на уровне основного общего образования.

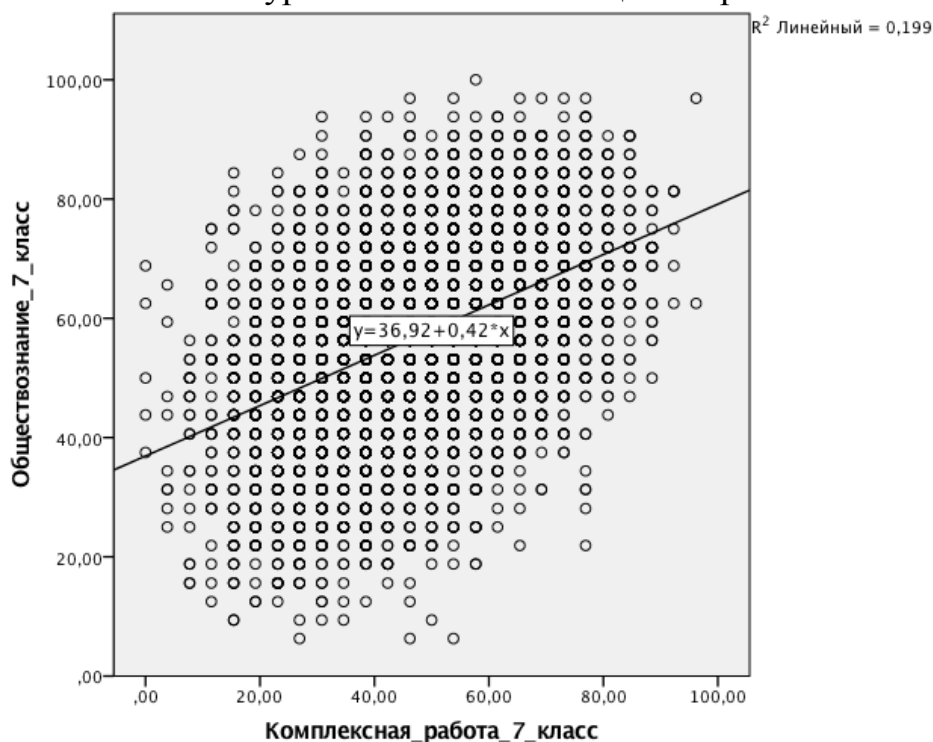


Рис. 45. Регрессия соотношения результатов индивидуальных учебных достижений обучающихся 8 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке метапредметных результатов и предметных результатов по обществознанию за 7 класс на уровне основного общего образования

Таблица 40 отражает результаты однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA) для определения наличия или отсутствия взаимосвязи между переменными.

Таблица 40

Результаты однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA)

ANOVA						
Модель		Сумма квадратов	ст.св.	Средний квадрат	F	Значимость
1	Регрессия	339142,105	1	339142,105	1867,915	,000
	Остаток	1366979,088	7529	181,562		
	Всего	1706121,193	7530			

Значение F-критерия (табл. 40) равно 1867,915 (что больше $F_{\text{критическое}} = 3,84269422$), соответствует достигнутому уровню значимости $p < 0,001$, следовательно, нулевая гипотеза об отсутствии взаимосвязи между переменными отвергается [2]. Таким образом, результаты индивидуальных учебных достижений обучающихся 8 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке метапредметных результатов и предметных результатов по учебному предмету «Обществознание 7 класс» тесно связаны.

Для подтверждения правомерности применения линейного регрессионного анализа для данной регрессионной модели распределение остатков представляет форму нормального распределения (рис. 46), график регрессии стандартизованных остатков (рис. 47) представляет собой прямую линию, что говорит о нормальном распределении остатков, а значит, и о соблюдении этого условия проведения линейного регрессионного анализа [2].



Рис. 46. Гистограмма стандартизованных остатков



Рис. 47. График регрессии стандартизованных остатков

Также обязательным требованием к применению линейного регрессионного анализа является выполнение условия гомоскедастичности, которое должно обеспечивать одинаковый разброс значений зависимой пере-

менной для любых значений независимой переменной. Представленная диаграмма рассеяния разброса стандартизованных остатков в зависимости от стандартизованных предсказанных значений (рис. 48) показывает, что разброс стандартизованных остатков приблизительно одинаков для всех значений стандартизованной предсказанной величины, то есть соблюдается условие гомоскедастичности [2].

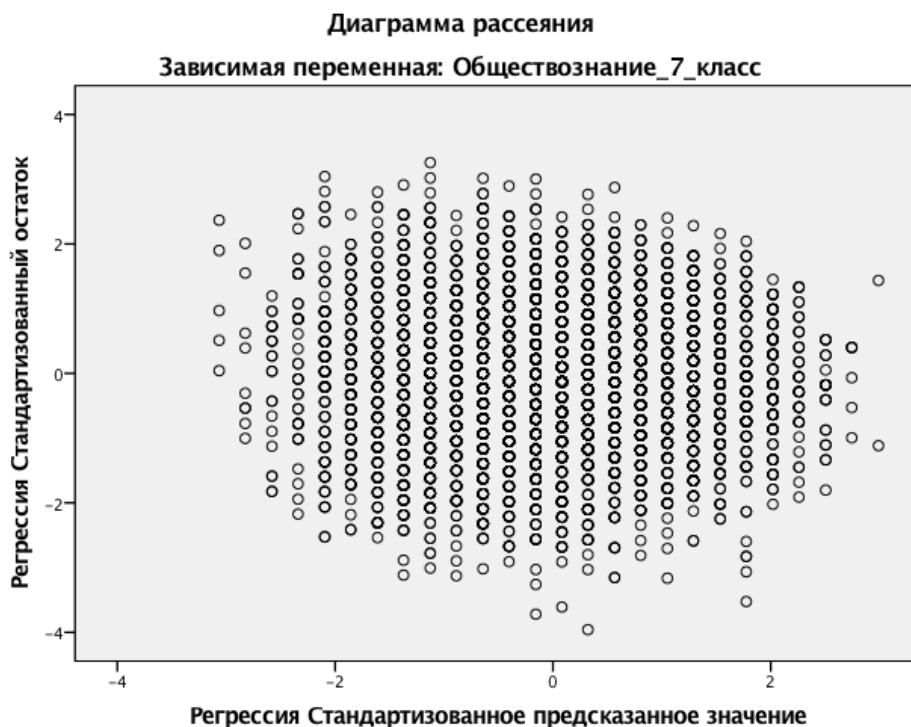


Рис. 48. Диаграмма рассеяния разброса стандартизованных остатков в зависимости от стандартизованных предсказанных значений

Таким образом, проведенный анализ влияния метапредметных результатов на предметные результаты обучающихся 8 классов на уровне основного общего образования показал:

- между метапредметными результатами и предметными результатами по русскому языку за 7 класс на уровне основного общего образования существует прямая и заметная связь;
- между метапредметными результатами и предметными результатами по математике и обществознанию за 7 класс на уровне основного общего образования существует прямая и умеренная связь;
- между метапредметными результатами и предметными результатами по русскому языку, математике и обществознанию за 7 класс на уровне основного общего образования существует статистически значимая положительная линейная зависимость;
- 26,3% вариаций предметных результатов обучающихся 8 классов по русскому языку изменяются при соответствующих вариациях метапред-

метных результатов обучающихся 8 классов общеобразовательных организаций Воронежской области;

– 21,3% вариаций предметных результатов обучающихся 8 классов по математике изменяются при соответствующих вариациях метапредметных результатов обучающихся 8 классов общеобразовательных организаций Воронежской области;

– 19,9% вариаций предметных результатов обучающихся 8 классов по обществознанию изменяются при соответствующих вариациях метапредметных результатов обучающихся 8 классов общеобразовательных организаций Воронежской области.

1.5. Исследование влияния метапредметных результатов на предметные результаты обучающихся 9 классов

У обучающихся 9 классов из 95 общеобразовательных организаций Воронежской области оценивался уровень сформированности планируемых метапредметных (комплексная работа) и предметных результатов (по русскому языку, математике, обществознанию, физике и химии) за 8 класс при реализации основной образовательной программы основного общего образования. В мониторинге приняло участие:

– 4084 обучающихся 9 классов, у которых оценивались уровень сформированности метапредметных результатов комплексной работой и предметных результатов по русскому языку за 8 класс;

– 4013 обучающихся 9 классов, у которых оценивались уровень сформированности метапредметных результатов комплексной работой и предметных результатов по математике за 8 класс;

– 4170 обучающихся 9 классов, у которых оценивались уровень сформированности метапредметных результатов комплексной работой и предметных результатов по обществознанию за 8 класс;

– 4047 обучающихся 9 классов, у которых оценивались уровень сформированности метапредметных результатов комплексной работой и предметных результатов по физике за 8 класс;

– 4117 обучающихся 9 классов, у которых оценивались уровень сформированности метапредметных результатов комплексной работой и предметных результатов по химии за 8 класс.

Результаты МИУД обучающихся 9 классов по оценке метапредметных и предметных результатов за 8 класс на уровне основного общего образования представлены в соответствующем отчете [7].

Для проведения оценки влияния метапредметных результатов на предметные результаты при проведении входного мониторинга индивидуальных учебных достижений обучающихся 9 классов нами использованы статистические методы – корреляционно-регрессионный и однофакторный

дисперсионный анализы. Данные методы в своей совокупности позволяют выявить внутренние связи и закономерности влияния метапредметных результатов на предметные результаты по русскому языку, математике, обществознанию, физике и химии за 8 класс.

Расчеты проведены в соответствии со следующими этапами:

1. Построение корреляционной матрицы и оценка характера связи между переменными.

2. Построение регрессии и выявление математических выражений, характеризующих закономерности отношений между переменными.

В ходе **первого этапа** на основе агрегации данных были получены следующие значения корреляции (табл. 41).

Таблица 41

Корреляционная матрица взаимосвязи результатов мониторинга индивидуальных учебных достижений обучающихся 9 классов по оценке метапредметных и предметных результатов на уровне основного общего образования

	Комплексная работа 8 класс
Русский язык 8 класс	0,522
Математика 8 класс	0,48
Обществознание 8 класс	0,467
Физика 8 класс	0,469
Химия 8 класс	0,48

Исходя из расчетов, представленных в корреляционной матрице (таблица 41), и с учетом шкалы Чеддока [1] для оценки корреляции, можно сделать следующие **выводы**:

– связь между результатами обучающихся общеобразовательных организаций Воронежской области, принявших участие в мониторинге индивидуальных учебных достижений по учебному предмету «Комплексная работа 8 класс», в % от максимального балла, и по учебному предмету «Русский язык 8 класс», в % от максимального балла, является **прямой и заметной**;

– связь между результатами обучающихся общеобразовательных организаций Воронежской области, принявших участие в мониторинге индивидуальных учебных достижений по учебному предмету «Комплексная работа 8 класс», в % от максимального балла, и по учебному предмету «Математика 8 класс», в % от максимального балла, является **прямой и умеренной**;

– связь между результатами обучающихся общеобразовательных организаций Воронежской области, принявших участие в мониторинге индивидуальных учебных достижений по учебному предмету «Комплексная работа 8 класс», в % от максимального балла, и по учебному предмету «Обществознание 8 класс», в % от максимального балла, является **прямой и умеренной**;

– связь между результатами обучающихся общеобразовательных организаций Воронежской области, принявших участие в мониторинге индивидуальных учебных достижений по учебному предмету «Комплексная работа 8 класс», в % от максимального балла, и по учебному предмету «Физика 8 класс», в % от максимального балла, является **прямой и умеренной**;

– связь между результатами обучающихся общеобразовательных организаций Воронежской области, принявших участие в мониторинге индивидуальных учебных достижений по учебному предмету «Комплексная работа 8 класс», в % от максимального балла, и по учебному предмету «Химия 8 класс», в % от максимального балла, является **прямой и умеренной**.

В соответствии со **вторым этапом** построены регрессии и выявлены математические выражения, характеризующие закономерности отношений между результатами индивидуальных учебных достижений обучающихся 9 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке метапредметных результатов и предметных результатов за 8 класс на уровне основного общего образования. Для проведения регрессионного анализа было использовано программное средство IBM SPSS Statistics.

В таблице 42 представлен расчет коэффициентов регрессии соотношения результатов индивидуальных учебных достижений обучающихся 9 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке метапредметных результатов и предметных результатов по русскому языку за 8 класс на уровне основного общего образования. На основе расчета определены значения константы и коэффициента с указанием уровней значимости и доверительных интервалов.

Таблица 42

Расчет коэффициентов регрессии

Коэффициенты								
Модель	Нестандартизованные коэффициенты		Стандартизованные коэффициенты	t	Значимость	95,0% Доверительный интервал для В		
	В	Стандартная ошибка	Бета			Нижняя граница	Верхняя граница	
1	(Константа)	5,065	,660					
	Комплексная работа 8 класс	,544	,014	,522	39,134	,000	,517	,572

Итоговое уравнение регрессии для выявления взаимосвязи результатов индивидуальных учебных достижений обучающихся 9 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке метапредметных результатов и предметных результатов по русскому языку за 8 класс на уровне основного общего образования определяется формулой:

$$y = 5,065 + 0,544x \quad (13)$$

Значение коэффициента показывает, что при увеличении метапредметного результата обучающихся на 1% значение предметных результатов по учебному предмету «Русский язык 8 класс» увеличивается на 0,544%.

Значение стандартизованного коэффициента (5,065) показывает, на сколько стандартных отклонений увеличивается значение предметных результатов по учебному предмету «Русский язык 8 класс» при увеличении значения метапредметных результатов на одно стандартное отклонение. Расчет 95% доверительных интервалов для коэффициента регрессии и константы (см. табл. 42), показывает, что в случае представления данной выборки в виде генеральной совокупности коэффициент для нее с 95% надежностью будет находиться в пределах от 0,517 до 0,572.

Вычисленное значение t-критерия Стьюдента $t = 39,134$ (что больше $t_{\text{критическое}} = 1,9605453$), поэтому нулевая гипотеза отклоняется. Кроме того, уровень значимости $p < 0,001$, поэтому нулевая гипотеза отклоняется снова. Следовательно, между результатами индивидуальных учебных достижений обучающихся 9 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке метапредметных результатов и предметных результатов по учебному предмету «Русский язык 8 класс» существует статистически значимая линейная зависимость.

В таблице 43 представлены общие сведения о регрессионной модели. Коэффициент детерминации R-квадрат равен 0,273. Это означает, что 27,3% вариаций предметных результатов обучающихся 9 классов по русскому языку изменяются при соответствующих вариациях метапредметных результатов обучающихся 9 классов общеобразовательных организаций Воронежской области.

Таблица 43

Общие данные о регрессионной модели

Сводка для модели										
Мо- дель	R	R- квад- рат	Скор- ректи- рован- ный R- квадрат	Стан- дартная ошибка оценки	Статистика изменений					Дарбин- Уотсон
					Изме- нение R квад- квад- рат	Измене- ние F	ст.св. 1	ст.св. 2	Знач. Измене- ние F	
1	,522	,273	,273	13,15876	,273	1531,461	1	4082	,000	1,916

Значение критерия Дарбина-Уотсона, проверяющего выполнение условия независимости наблюдений, находится в пределах $1 < 1,916 < 3$, что свидетельствует о том, что соблюдается условие независимости остатков [2], и соответственно, прогнозирование с помощью метода наименьших квадратов не нарушается. Следовательно, данная модель простой линейной регрессии является адекватной, между переменными существует линейная зависимость.

На рис. 49 представлена линия регрессии, отражающая характер взаимосвязи результатов индивидуальных учебных достижений обучающихся

9 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке метапредметных результатов и предметных результатов по русскому языку за 8 класс на уровне основного общего образования.

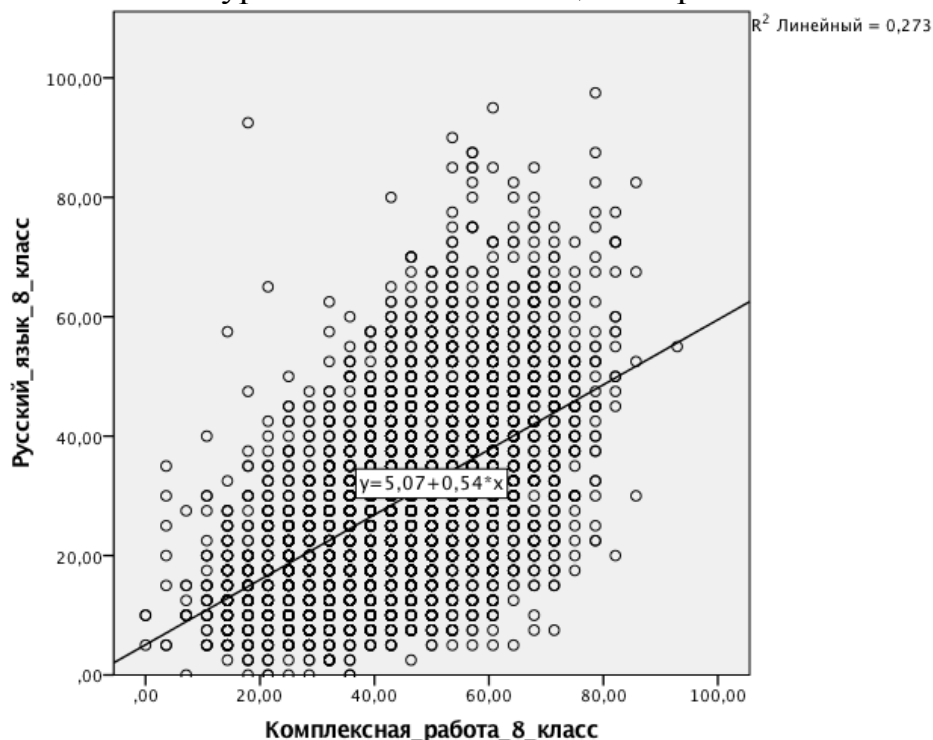


Рис. 49. Регрессия соотношения результатов индивидуальных учебных достижений обучающихся 9 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке метапредметных результатов и предметных результатов по русскому языку за 8 класс на уровне основного общего образования

Таблица 44 отражает результаты однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA) для определения наличия или отсутствия взаимосвязи между переменными.

Таблица 44

Результаты однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA)

ANOVA						
Модель		Сумма квадратов	ст.св.	Средний квадрат	F	Значимость
1	Регрессия	265177,030	1	265177,030	1531,461	,000
	Остаток	706810,573	4082	173,153		
	Всего	971987,603	4083			

Значение F-критерия (табл. 44) равно 1531,461 (что больше $F_{\text{критическое}} = 3,84373791$), соответствует достигнутому уровню значимости $p < 0,001$, следовательно, нулевая гипотеза об отсутствии взаимосвязи между переменными отвергается [2]. Таким образом, результаты индивидуальных учебных достижений обучающихся 9 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке метапредметных результатов и

предметных результатов по учебному предмету «Русский язык 8 класс» тесно связаны.

Для подтверждения правомерности применения линейного регрессионного анализа для данной регрессионной модели распределение остатков представляет форму нормального распределения (рис. 50), график регрессии стандартизованных остатков (рис. 51) представляет собой практически прямую линию, что говорит о нормальном распределении остатков, а значит, и о соблюдении этого условия проведения линейного регрессионного анализа [2].

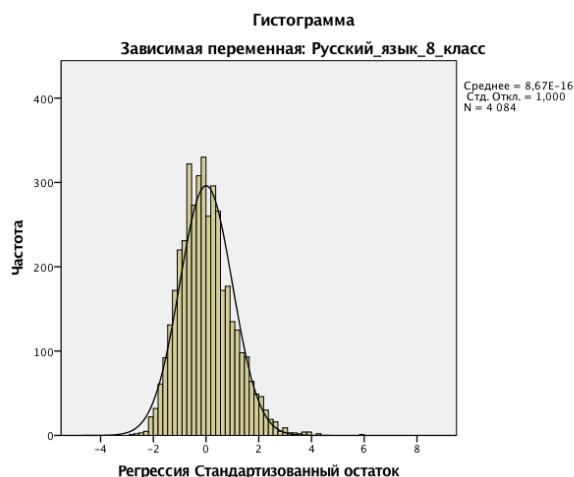


Рис. 50. Гистограмма стандартизованных остатков



Рис. 51. График регрессии стандартизованных остатков

Также обязательным требованием к применению линейного регрессионного анализа является выполнение условия гомоскедастичности, которое должно обеспечивать одинаковый разброс значений зависимой переменной для любых значений независимой переменной. Представленная диаграмма рассеяния разброса стандартизованных остатков в зависимости от стандартизованных предсказанных значений (рис. 52) показывает, что разброс стандартизованных остатков приблизительно одинаков для всех значений стандартизованной предсказанной величины, то есть соблюдается условие гомоскедастичности [2].

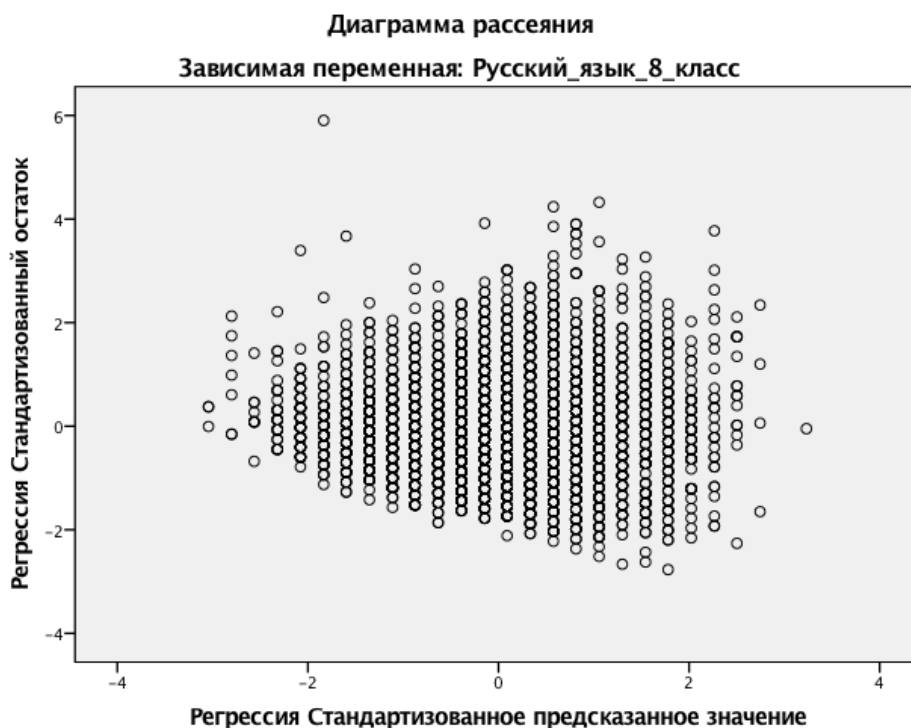


Рис. 52. Диаграмма рассеяния разброса стандартизованных остатков в зависимости от стандартизованных предсказанных значений

Построены регрессии и выявлены математические выражения, характеризующие закономерности отношений между результатами индивидуальных учебных достижений обучающихся 9 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке метапредметных результатов и предметных результатов по математике за 8 класс на уровне основного общего образования.

В таблице 45 представлен расчет коэффициентов регрессии соотношения результатов индивидуальных учебных достижений обучающихся 9 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке метапредметных результатов и предметных результатов по математике за 8 класс на уровне основного общего образования. На основе расчета определены значения константы и коэффициента с указанием уровней значимости и доверительных интервалов.

Итоговое уравнение регрессии для выявления взаимосвязи результатов индивидуальных учебных достижений обучающихся 9 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке метапредметных результатов и предметных результатов по математике за 8 класс на уровне основного общего образования определяется формулой:

$$y = 11,462 + 0,643x \quad (14)$$

Расчет коэффициентов регрессии

Коэффициенты								
Модель		Нестандартизованные коэффициенты		Стандартизованные коэффициенты	t	Значимость	95,0% Доверительный интервал для B	
		B	Стандартная ошибка				Бета	Нижняя граница
1	(Константа)	11,462	,877		13,068	,000	9,743	13,182
	Комплексная_ работа_8_класс	,643	,019	,480	34,670	,000	,606	,679

Значение коэффициента показывает, что при увеличении метапредметного результата обучающихся на 1% значение предметных результатов по учебному предмету «Математика 8 класс» увеличивается на 0,643%.

Значение стандартизованного коэффициента (11,462) показывает, на сколько стандартных отклонений увеличивается значение предметных результатов по учебному предмету «Математика 8 класс» при увеличении значения метапредметных результатов на одно стандартное отклонение. Расчет 95% доверительных интервалов для коэффициента регрессии и константы (см. табл. 45), показывает, что в случае представления данной выборки в виде генеральной совокупности коэффициент для нее с 95% надежностью будет находиться в пределах от 0,606 до 0,579.

Вычисленное значение t-критерия Стьюдента $t = 34,670$ (что больше $t_{\text{критическое}} = 1,9605556$), поэтому нулевая гипотеза отклоняется. Кроме того, уровень значимости $p < 0,001$, поэтому нулевая гипотеза отклоняется снова. Следовательно, между результатами индивидуальных учебных достижений обучающихся 9 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке метапредметных результатов и предметных результатов по учебному предмету «Математика 8 класс» существует статистически значимая линейная зависимость.

В таблице 46 представлены общие сведения о регрессионной модели.

Таблица 46

Общие данные о регрессионной модели

Сводка для модели										
Модель	R	R-квадрат	Скорректированный R-квадрат	Стандартная ошибка оценки	Статистика изменений					Дарбин-Уотсон
					Изменение R квадрат	Изменение F	ст.св. 1	ст.св. 2	Знач. Изменение F	
1	,480	,231	,230	17,29389	,231	1201,986	1	4011	,000	1,696

Коэффициент детерминации R-квадрат равен 0,231. Это означает, что 23,1% вариаций предметных результатов обучающихся 9 классов по мате-

матике изменяются при соответствующих вариациях метапредметных результатов обучающихся 9 классов общеобразовательных организаций Воронежской области.

Значение критерия Дарбина-Уотсона, проверяющего выполнение условия независимости наблюдений, находится в пределах $1 < 1,696 < 3$, что свидетельствует о том, что соблюдается условие независимости остатков [2], и соответственно, прогнозирование с помощью метода наименьших квадратов не нарушается. Следовательно, данная модель простой линейной регрессии является адекватной, между переменными существует линейная зависимость.

На рис. 53 представлена линия регрессии, отражающая характер взаимосвязи результатов индивидуальных учебных достижений обучающихся 9 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке метапредметных результатов и предметных результатов по математике за 8 класс на уровне основного общего образования.

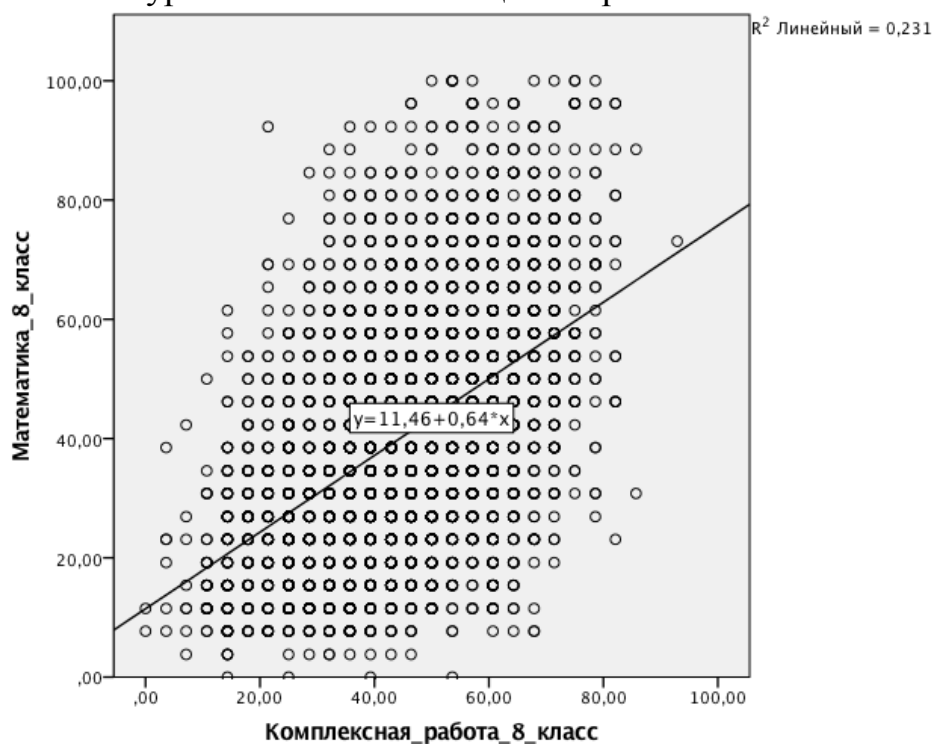


Рис. 53. Регрессия соотношения результатов индивидуальных учебных достижений обучающихся 9 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке метапредметных результатов и предметных результатов по математике за 8 класс на уровне основного общего образования

Таблица 47 отражает результаты однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA) для определения наличия или отсутствия взаимосвязи между переменными.

Результаты однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA)

ANOVA						
Модель		Сумма квадратов	ст. св.	Средний квадрат	F	Значимость
1	Регрессия	359488,385	1	359488,385	1201,986	,000
	Остаток	1199604,170	4011	299,079		
	Всего	1559092,555	4012			

Значение F-критерия (табл. 47) равно 1201,986 (что больше $F_{\text{критическое}} = 3,84377827$), соответствует достигнутому уровню значимости $p < 0,001$, следовательно, нулевая гипотеза об отсутствии взаимосвязи между переменными отвергается [2]. Таким образом, результаты индивидуальных учебных достижений обучающихся 9 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке метапредметных результатов и предметных результатов по учебному предмету «Математика 8 класс» тесно связаны.

Для подтверждения правомерности применения линейного регрессионного анализа для данной регрессионной модели распределение остатков представляет форму нормального распределения (рис. 54), график регрессии стандартизованных остатков (рис. 55) представляет собой практически прямую линию, что говорит о нормальном распределении остатков, а значит, и о соблюдении этого условия проведения линейного регрессионного анализа [2].



Рис. 54. Гистограмма стандартизованных остатков



Рис. 55. График регрессии стандартизованных остатков

Также обязательным требованием к применению линейного регрессионного анализа является выполнение условия гомоскедастичности, которое должно обеспечивать одинаковый разброс значений зависимой переменной для любых значений независимой переменной. Представленная диаграмма рассеяния разброса стандартизованных остатков в зависимости от стандартизованных предсказанных значений (рис. 56) показывает, что

разброс стандартизированных остатков приблизительно одинаков для всех значений стандартизированной предсказанной величины, то есть соблюдается условие гомоскедастичности [2].



Рис. 56. Диаграмма рассеяния разброса стандартизированных остатков в зависимости от стандартизированных предсказанных значений

Построены регрессии и выявлены математические выражения, характеризующие закономерности отношений между результатами индивидуальных учебных достижений обучающихся 9 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке метапредметных результатов и предметных результатов по обществознанию за 8 класс на уровне основного общего образования.

В таблице 48 представлен расчет коэффициентов регрессии соотношения результатов индивидуальных учебных достижений обучающихся 9 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке метапредметных результатов и предметных результатов по обществознанию за 8 класс на уровне основного общего образования. На основе расчета определены значения константы и коэффициента с указанием уровней значимости и доверительных интервалов.

Итоговое уравнение регрессии для выявления взаимосвязи результатов индивидуальных учебных достижений обучающихся 9 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке метапредметных результатов и предметных результатов по обществознанию за 8 класс на уровне основного общего образования определяется формулой:

$$y = 32,607 + 0,461x \quad (15)$$

Расчет коэффициентов регрессии

Коэффициенты								
Модель		Нестандартизованные коэффициенты		Стандартизованные коэффициенты	t	Значимость	95,0% Доверительный интервал для B	
		B	Стандартная ошибка	Бета			Нижняя граница	Верхняя граница
1	(Константа)	32,607	,640		50,912	,000	31,351	33,863
	Комплексная_работа_8_класс	,461	,014	,467	34,123	,000	,435	,488

Значение коэффициента показывает, что при увеличении метапредметного результата обучающихся на 1% значение предметных результатов по учебному предмету «Обществознание 8 класс» увеличивается на 0,461%.

Значение стандартизованного коэффициента (32,607) показывает, на сколько стандартных отклонений увеличивается значение предметных результатов по учебному предмету «Обществознание 8 класс» при увеличении значения метапредметных результатов на одно стандартное отклонение. Расчет 95% доверительных интервалов для коэффициента регрессии и константы (см. табл. 48), показывает, что в случае представления данной выборки в виде генеральной совокупности коэффициент для нее с 95% надежностью будет находиться в пределах от 0,435 до 0,488.

Вычисленное значение t-критерия Стьюдента $t = 34,123$ (что больше $t_{\text{критическое}} = 1,9605333$), поэтому нулевая гипотеза отклоняется. Кроме того, уровень значимости $p < 0,001$, поэтому нулевая гипотеза отклоняется снова. Следовательно, между результатами индивидуальных учебных достижений обучающихся 9 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке метапредметных результатов и предметных результатов по учебному предмету «Обществознание 8 класс» существует статистически значимая линейная зависимость.

В таблице 49 представлены общие сведения о регрессионной модели.

Таблица 49

Общие данные о регрессионной модели

Сводка для модели										
Модель	R	R-квадрат	Скорректированный R-квадрат	Стандартная ошибка оценки	Статистика изменений					Дарбин-Уотсон
					Изменение R квадрат	Изменение F	ст.св. 1	ст.св. 2	Знач. Изменение F	
1	,467	,218	,218	12,87421	,218	1164,350	1	4168	,000	1,929

Коэффициент детерминации R-квадрат равен 0,218. Это означает, что 21,8% вариаций предметных результатов обучающихся 9 классов по обществознанию изменяются при соответствующих вариациях метапредметных результатов обучающихся 9 классов общеобразовательных организаций Воронежской области.

Значение критерия Дарбина-Уотсона, проверяющего выполнение условия независимости наблюдений, находится в пределах $1 < 1,929 < 3$, что свидетельствует о том, что соблюдается условие независимости остатков [2], и соответственно, прогнозирование с помощью метода наименьших квадратов не нарушается. Следовательно, данная модель простой линейной регрессии является адекватной, между переменными существует линейная зависимость.

На рис. 57 представлена линия регрессии, отражающая характер взаимосвязи результатов индивидуальных учебных достижений обучающихся 9 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке метапредметных результатов и предметных результатов по обществознанию за 8 класс на уровне основного общего образования.

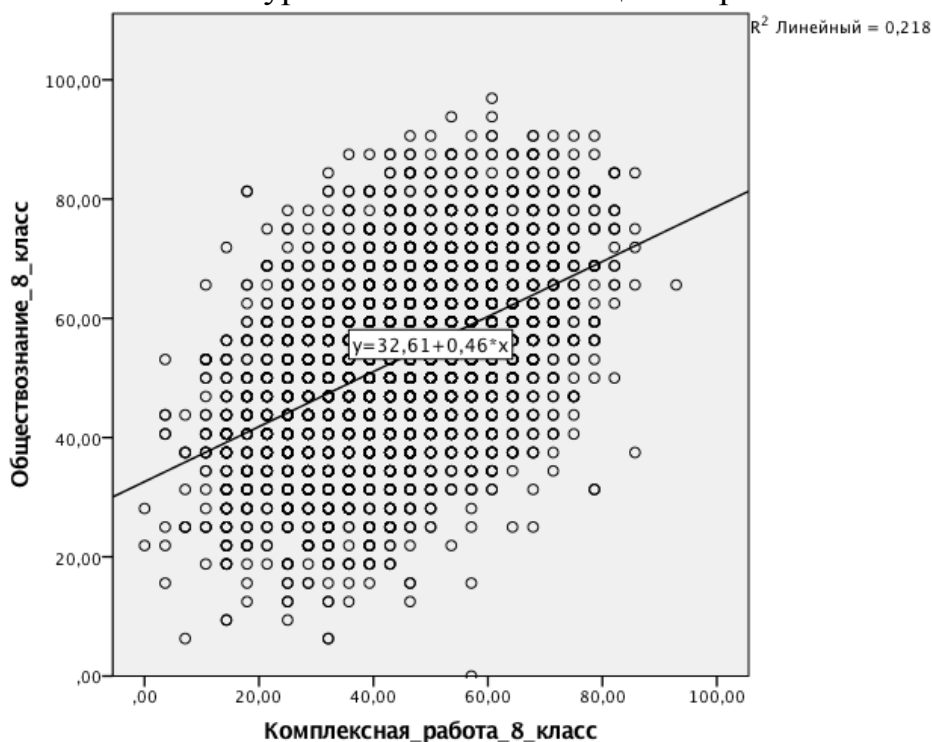


Рис. 57. Регрессия соотношения результатов индивидуальных учебных достижений обучающихся 9 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке метапредметных результатов и предметных результатов по обществознанию за 8 класс на уровне основного общего образования

Таблица 50 отражает результаты однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA) для определения наличия или отсутствия взаимосвязи между переменными.

Таблица 50

Результаты однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA)

ANOVA						
Модель		Сумма квадратов	ст.св.	Средний квадрат	F	Значимость
1	Регрессия	192985,506	1	192985,506	1164,350	,000
	Остаток	690826,125	4168	165,745		
	Всего	883811,631	4169			

Значение F-критерия (табл. 50) равно 1164,35 (что больше $F_{\text{критическое}} = 3,84369086$), соответствует достигнутому уровню значимости $p < 0,001$, следовательно, нулевая гипотеза об отсутствии взаимосвязи между переменными отвергается [2]. Таким образом, результаты индивидуальных учебных достижений обучающихся 9 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке метапредметных результатов и предметных результатов по учебному предмету «Обществознание 8 класс» тесно связаны.

Для подтверждения правомерности применения линейного регрессионного анализа для данной регрессионной модели распределение остатков представляет форму нормального распределения (рис. 58), график регрессии стандартизованных остатков (рис. 59) представляет собой прямую линию, что говорит о нормальном распределении остатков, а значит, и о соблюдении этого условия проведения линейного регрессионного анализа [2].



Рис. 58. Гистограмма стандартизованных остатков



Рис. 59. График регрессии стандартизованных остатков

Также обязательным требованием к применению линейного регрессионного анализа является выполнение условия гомоскедастичности, которое должно обеспечивать одинаковый разброс значений зависимой пере-

менной для любых значений независимой переменной. Представленная диаграмма рассеяния разброса стандартизованных остатков в зависимости от стандартизованных предсказанных значений (рис. 60) показывает, что разброс стандартизованных остатков приблизительно одинаков для всех значений стандартизованной предсказанной величины, то есть соблюдается условие гомоскедастичности [2].

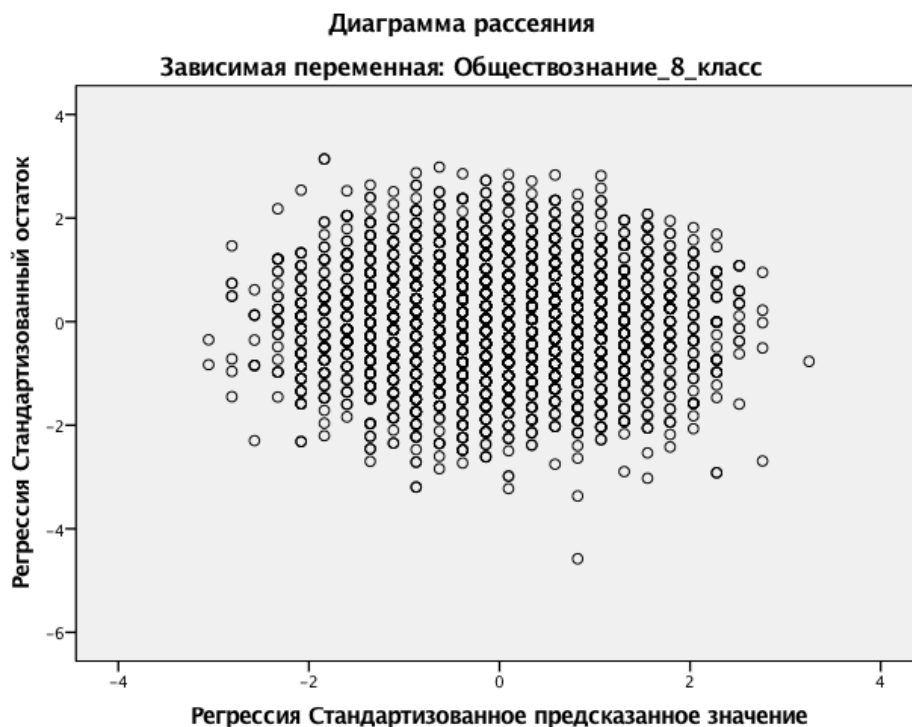


Рис. 60. Диаграмма рассеяния разброса стандартизованных остатков в зависимости от стандартизованных предсказанных значений

Построены регрессии и выявлены математические выражения, характеризующие закономерности отношений между результатами индивидуальных учебных достижений обучающихся 9 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке метапредметных результатов и предметных результатов по физике за 8 класс на уровне основного общего образования.

В таблице 51 представлен расчет коэффициентов регрессии соотношения результатов индивидуальных учебных достижений обучающихся 9 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке метапредметных результатов и предметных результатов по физике за 8 класс на уровне основного общего образования. На основе расчета определены значения константы и коэффициента с указанием уровней значимости и доверительных интервалов.

Таблица 51

Расчет коэффициентов регрессии

Коэффициенты								
Модель		Нестандартизованные коэффициенты		Стандартизованные коэффициенты	t	Значимость	95,0% Доверительный интервал для В	
		В	Стандартная ошибка				Бета	Нижняя граница
1	(Константа)	15,542	,816		19,040	,000	13,942	17,142
	Комплексная_ работа_8_класс	,581	,017	,469	33,799	,000	,547	,614

Итоговое уравнение регрессии для выявления взаимосвязи результатов индивидуальных учебных достижений обучающихся 9 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке метапредметных результатов и предметных результатов по физике за 8 класс на уровне основного общего образования определяется формулой:

$$y = 15,542 + 0,581x \quad (16)$$

Значение коэффициента показывает, что при увеличении метапредметного результата обучающихся на 1% значение предметных результатов по учебному предмету «Физика 8 класс» увеличивается на 0,581%.

Значение стандартизованного коэффициента (15,542) показывает, на сколько стандартных отклонений увеличивается значение предметных результатов по учебному предмету «Физика 8 класс» при увеличении значения метапредметных результатов на одно стандартное отклонение. Расчет 95% доверительных интервалов для коэффициента регрессии и константы (см. табл. 51), показывает, что в случае представления данной выборки в виде генеральной совокупности коэффициент для нее с 95% надежностью будет находиться в пределах от 0,547 до 0,614.

Вычисленное значение t-критерия Стьюдента $t = 33,799$ (что больше $t_{\text{критическое}} = 1,9605506$), поэтому нулевая гипотеза отклоняется. Кроме того, уровень значимости $p < 0,001$, поэтому нулевая гипотеза отклоняется снова. Следовательно, между результатами индивидуальных учебных достижений обучающихся 9 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке метапредметных результатов и предметных результатов по учебному предмету «Физика 8 класс» существует статистически значимая линейная зависимость.

В таблице 52 представлены общие сведения о регрессионной модели. Коэффициент детерминации R-квадрат равен 0,22. Это означает, что 22% вариаций предметных результатов обучающихся 9 классов по физике изменяются при соответствующих вариациях метапредметных результатов обучающихся 9 классов общеобразовательных организаций Воронежской области.

Общие данные о регрессионной модели

Мо- дель	R	R- квад- рат	Скор- ректи- рован- ный R- квадрат	Стан- дартная ошибка оценки	Сводка для модели					Дарбин- Уотсон
					Статистика изменений					
					Изме- нение R квад- квад- рат	Измене- ние F	ст.св. 1	ст.св. 2	Знач. Измене- ние F	
1	,469	,220	,220	16,18279	,220	1142,368	1	4045	,000	1,778

Значение критерия Дарбина-Уотсона, проверяющего выполнение условия независимости наблюдений, находится в пределах $1 < 1,778 < 3$, что свидетельствует о том, что соблюдается условие независимости остатков [2], и соответственно, прогнозирование с помощью метода наименьших квадратов не нарушается. Следовательно, данная модель простой линейной регрессии является адекватной, между переменными существует линейная зависимость.

На рис. 61 представлена линия регрессии, отражающая характер взаимосвязи результатов индивидуальных учебных достижений обучающихся 9 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке метапредметных результатов и предметных результатов по физике за 8 класс на уровне основного общего образования.

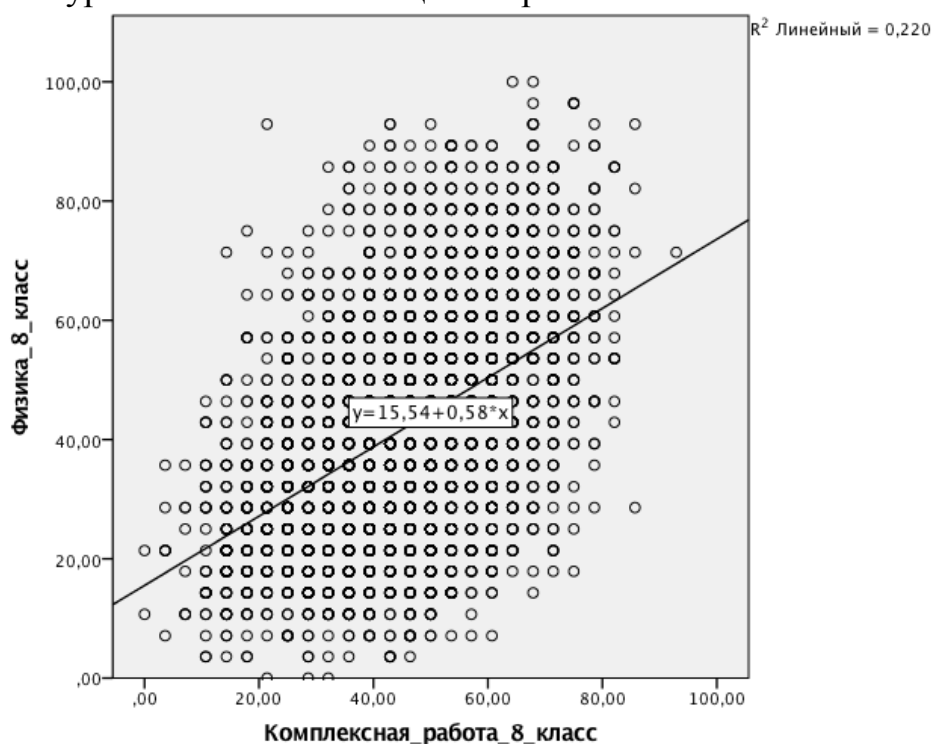


Рис. 61. Регрессия соотношения результатов индивидуальных учебных достижений обучающихся 9 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке метапредметных результатов и предметных результатов по физике за 8 класс на уровне основного общего образования

Таблица 53 отражает результаты однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA) для определения наличия или отсутствия взаимосвязи между переменными.

Таблица 53

Результаты однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA)

ANOVA						
Модель		Сумма квадратов	ст.св.	Средний квадрат	F	Значимость
1	Регрессия	299166,614	1	299166,614	1142,368	,000
	Остаток	1059316,012	4045	261,883		
	Всего	1358482,626	4046			

Значение F-критерия (табл. 53) равно 1142,368 (что больше $F_{\text{критическое}} = 3,84375876$), соответствует достигнутому уровню значимости $p < 0,001$, следовательно, нулевая гипотеза об отсутствии взаимосвязи между переменными отвергается [2]. Таким образом, результаты индивидуальных учебных достижений обучающихся 9 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке метапредметных результатов и предметных результатов по учебному предмету «Физика 8 класс» тесно связаны.

Для подтверждения правомерности применения линейного регрессионного анализа для данной регрессионной модели распределение остатков представляет форму нормального распределения (рис. 62), график регрессии стандартизованных остатков (рис. 63) представляет собой прямую линию, что говорит о нормальном распределении остатков, а значит, и о соблюдении этого условия проведения линейного регрессионного анализа [2].

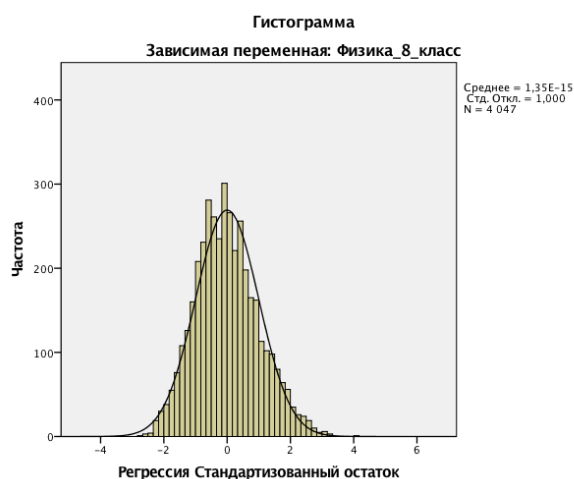


Рис. 62. Гистограмма стандартизованных остатков



Рис. 63. График регрессии стандартизованных остатков

Также обязательным требованием к применению линейного регрессионного анализа является выполнение условия гомоскедастичности, которое должно обеспечивать одинаковый разброс значений зависимой пере-

менной для любых значений независимой переменной. Представленная диаграмма рассеяния разброса стандартизованных остатков в зависимости от стандартизованных предсказанных значений (рис. 64) показывает, что разброс стандартизованных остатков приблизительно одинаков для всех значений стандартизованной предсказанной величины, то есть соблюдается условие гомоскедастичности [2].

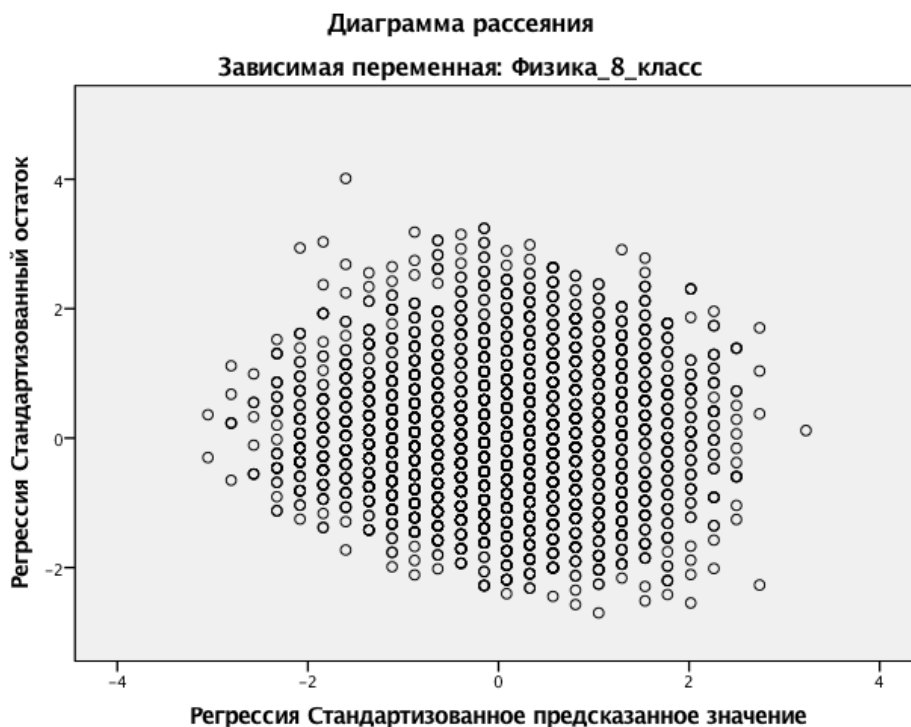


Рис. 64. Диаграмма рассеяния разброса стандартизованных остатков в зависимости от стандартизованных предсказанных значений

Построены регрессии и выявлены математические выражения, характеризующие закономерности отношений между результатами индивидуальных учебных достижений обучающихся 9 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке метапредметных результатов и предметных результатов по химии за 8 класс на уровне основного общего образования.

В таблице 54 представлен расчет коэффициентов регрессии соотношения результатов индивидуальных учебных достижений обучающихся 9 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке метапредметных результатов и предметных результатов по химии за 8 класс на уровне основного общего образования. На основе расчета определены значения константы и коэффициента с указанием уровней значимости и доверительных интервалов.

Расчет коэффициентов регрессии

Коэффициенты								
Модель		Нестандартизованные коэффициенты		Стандартизованные коэффициенты	t	Значимость	95,0% Доверительный интервал для B	
		B	Стандартная ошибка				Бета	Нижняя граница
1	(Константа)	17,069	,881		19,371	,000	15,342	18,797
	Комплексная_работа_8_класс	,654	,019	,480	35,080	,000	,617	,690

Итоговое уравнение регрессии для выявления взаимосвязи результатов индивидуальных учебных достижений обучающихся 9 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке метапредметных результатов и предметных результатов по химии за 8 класс на уровне основного общего образования определяется формулой:

$$y = 17,069 + 0,654x \quad (17)$$

Значение коэффициента показывает, что при увеличении метапредметного результата обучающихся на 1% значение предметных результатов по учебному предмету «Химия 8 класс» увеличивается на 0,654%.

Значение стандартизованного коэффициента (17,069) показывает, на сколько стандартных отклонений увеличивается значение предметных результатов по учебному предмету «Химия 8 класс» при увеличении значения метапредметных результатов на одно стандартное отклонение. Расчет 95% доверительных интервалов для коэффициента регрессии и константы (см. табл. 54), показывает, что в случае представления данной выборки в виде генеральной совокупности коэффициент для нее с 95% надежностью будет находиться в пределах от 0,617 до 0,690.

Вычисленное значение t-критерия Стьюдента $t = 35,080$ (что больше $t_{\text{критическое}} = 1,9605406$), поэтому нулевая гипотеза отклоняется. Кроме того, уровень значимости $p < 0,001$, поэтому нулевая гипотеза отклоняется снова. Следовательно, между результатами индивидуальных учебных достижений обучающихся 9 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке метапредметных результатов и предметных результатов по учебному предмету «Химия 8 класс» существует статистически значимая линейная зависимость.

В таблице 55 представлены общие сведения о регрессионной модели. Коэффициент детерминации R-квадрат равен 0,23. Это означает, что 23% вариаций предметных результатов обучающихся 9 классов по химии изменятся при соответствующих вариациях метапредметных результатов обучающихся 9 классов общеобразовательных организаций Воронежской области.

Общие данные о регрессионной модели

Сводка для модели										
Мо- дель	R	R- квад- рат	Скор- ректи- рован- ный R- квадрат	Стан- дартная ошибка оценки	Статистика изменений					Дарбин- Уотсон
					Изме- нение R квад- кват	Измене- ние F	ст.св. 1	ст.св. 2	Знач. Измене- ние F	
1	,480	,230	,230	17,57611	,230	1230,581	1	4115	,000	1,740

Значение критерия Дарбина-Уотсона, проверяющего выполнение условия независимости наблюдений, находится в пределах $1 < 1,740 < 3$, что свидетельствует о том, что соблюдается условие независимости остатков [2], и соответственно, прогнозирование с помощью метода наименьших квадратов не нарушается. Следовательно, данная модель простой линейной регрессии является адекватной, между переменными существует линейная зависимость.

На рис. 65 представлена линия регрессии, отражающая характер взаимосвязи результатов индивидуальных учебных достижений обучающихся 9 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке метапредметных результатов и предметных результатов по химии за 8 класс на уровне основного общего образования.

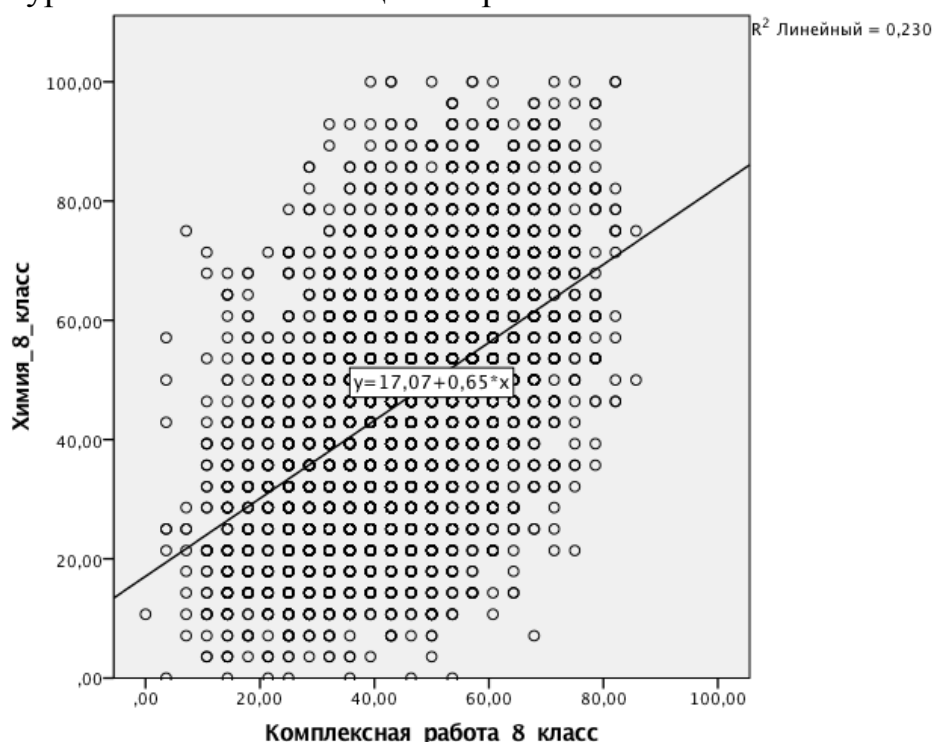


Рис. 65. Регрессия соотношения результатов индивидуальных учебных достижений обучающихся 9 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке метапредметных результатов и предметных результатов по химии за 8 класс на уровне основного общего образования

Таблица 56 отражает результаты однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA) для определения наличия или отсутствия взаимосвязи между переменными.

Таблица 56

Результаты однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA)

ANOVA						
Модель		Сумма квадратов	ст.св.	Средний квадрат	F	Значимость
1	Регрессия	380150,474	1	380150,474	1230,581	,000
	Остаток	1271203,631	4115	308,919		
	Всего	1651354,104	4116			

Значение F-критерия (табл. 56) равно 1230,581 (что больше $F_{\text{критическое}} = 3,84371962$), соответствует достигнутому уровню значимости $p < 0,001$, следовательно, нулевая гипотеза об отсутствии взаимосвязи между переменными отвергается [2]. Таким образом, результаты индивидуальных учебных достижений обучающихся 9 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке метапредметных результатов и предметных результатов по учебному предмету «Химия 8 класс» тесно связаны.

Для подтверждения правомерности применения линейного регрессионного анализа для данной регрессионной модели распределение остатков представляет форму нормального распределения (рис. 66), график регрессии стандартизованных остатков (рис. 67) представляет собой прямую линию, что говорит о нормальном распределении остатков, а значит, и о соблюдении этого условия проведения линейного регрессионного анализа [2].

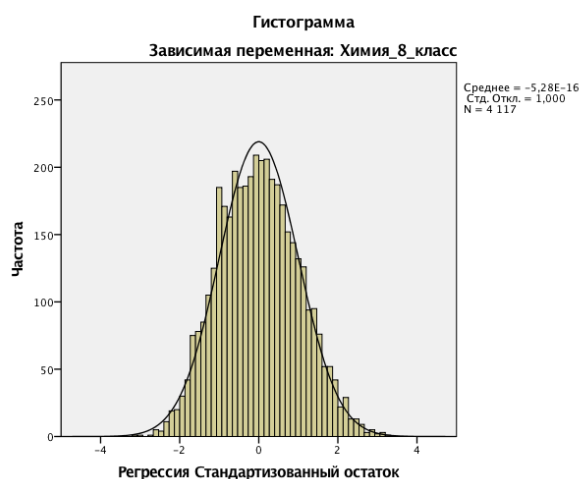


Рис. 66. Гистограмма стандартизованных остатков



Рис. 67. График регрессии стандартизованных остатков

Также обязательным требованием к применению линейного регрессионного анализа является выполнение условия гомоскедастичности, которое должно обеспечивать одинаковый разброс значений зависимой пере-

менной для любых значений независимой переменной. Представленная диаграмма рассеяния разброса стандартизованных остатков в зависимости от стандартизованных предсказанных значений (рис. 68) показывает, что разброс стандартизованных остатков приблизительно одинаков для всех значений стандартизованной предсказанной величины, то есть соблюдается условие гомоскедастичности [2].

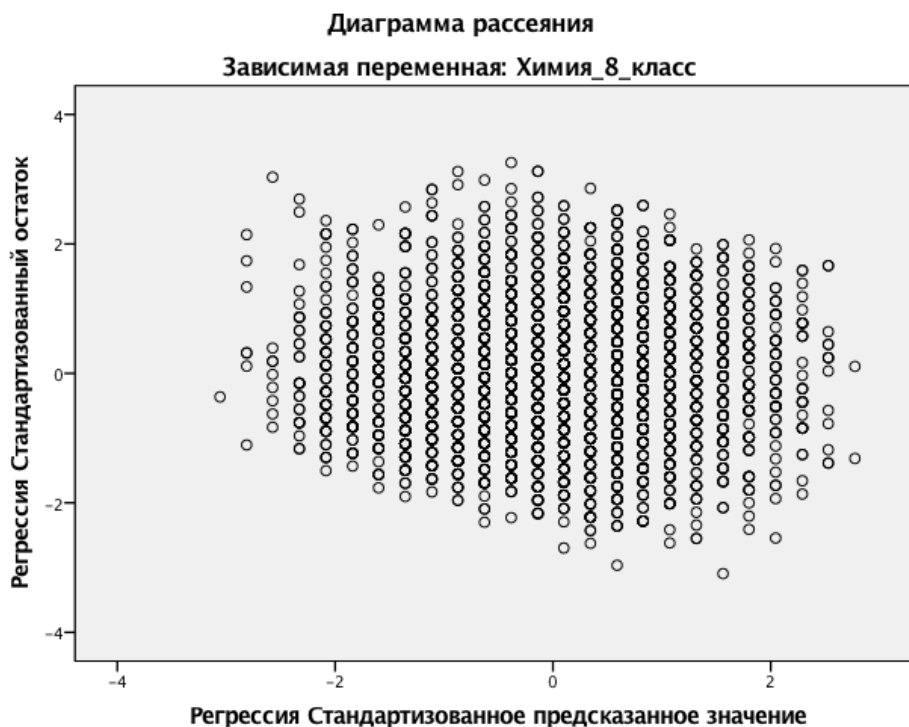


Рис. 68. Диаграмма рассеяния разброса стандартизованных остатков в зависимости от стандартизованных предсказанных значений

Таким образом, проведенный анализ влияния метапредметных результатов на предметные результаты обучающихся 9 классов на уровне основного общего образования показал:

- между метапредметными результатами и предметными результатами по русскому языку за 8 класс на уровне основного общего образования существует прямая и заметная связь;
- между метапредметными результатами и предметными результатами по математике, обществознанию, физике и химии за 8 класс на уровне основного общего образования существует прямая и умеренная связь;
- между метапредметными результатами и предметными результатами по русскому языку, математике, обществознанию, физике и химии за 8 класс на уровне основного общего образования существует статистически значимая положительная линейная зависимость;
- 27,3% вариаций предметных результатов обучающихся 9 классов по русскому языку изменяются при соответствующих вариациях метапред-

метных результатов обучающихся 9 классов общеобразовательных организаций Воронежской области;

– 23,1% вариаций предметных результатов обучающихся 9 классов по математике изменяются при соответствующих вариациях метапредметных результатов обучающихся 9 классов общеобразовательных организаций Воронежской области;

– 21,8% вариаций предметных результатов обучающихся 9 классов по обществознанию изменяются при соответствующих вариациях метапредметных результатов обучающихся 9 классов общеобразовательных организаций Воронежской области;

– 22% вариаций предметных результатов обучающихся 9 классов по физике изменяются при соответствующих вариациях метапредметных результатов обучающихся 9 классов общеобразовательных организаций Воронежской области;

– 23% вариаций предметных результатов обучающихся 9 классов по химии изменяются при соответствующих вариациях метапредметных результатов обучающихся 9 классов общеобразовательных организаций Воронежской области.

ГЛАВА 2.
ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ МЕТАПРЕДМЕТНЫХ И
ПРЕДМЕТНЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧАЮЩИХСЯ 5-9 КЛАССОВ
ОТ ПРЕДМЕТНЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ МОНИТОРИНГА
ИНДИВИДУАЛЬНЫХ УЧЕБНЫХ ДОСТИЖЕНИЙ
ПО РУССКОМУ ЯЗЫКУ НА УРОВНЕ НАЧАЛЬНОГО ОБЩЕГО И
ОСНОВНОГО ОБЩЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

2.1. Исследование влияния предметных результатов по русскому языку на метапредметные и предметные результаты обучающихся 5 классов

У обучающихся 5 классов из 222 общеобразовательных организаций Воронежской области оценивался уровень сформированности планируемых метапредметных (комплексная работа) и предметных результатов (по русскому языку и математике) освоения основной образовательной программы начального общего образования. В мониторинге приняло участие:

- 8672 обучающихся 5 классов, у которых оценивались уровень сформированности предметных результатов по русскому языку и метапредметных результатов комплексной работой за начальную школу;
- 8823 обучающихся 5 классов, у которых оценивались уровень сформированности предметных результатов по русскому языку и предметных результатов по математике за начальную школу.

Результаты МИУД обучающихся 5 классов по оценке метапредметных и предметных результатов за начальную школу представлены в соответствующем отчете [3].

Для проведения оценки влияния предметных результатов по русскому языку на метапредметные результаты и предметные результаты по математике за начальную школу при проведении входного мониторинга индивидуальных учебных достижений обучающихся 5 классов нами использованы статистические методы – корреляционно-регрессионный и однофакторный дисперсионный анализы. Данные методы в своей совокупности позволяют выявить внутренние связи и закономерности влияния предметных результатов по русскому языку на метапредметные результаты и предметные результаты по математике за начальную школу.

Расчеты проведены в соответствии со следующими этапами:

1. Построение корреляционной матрицы и оценка характера связи между переменными.
2. Построение регрессии и выявление математических выражений, характеризующих закономерности отношений между переменными.

В ходе **первого этапа** на основе агрегации данных были получены следующие значения корреляции (табл. 57).

Корреляционная матрица взаимосвязи результатов мониторинга индивидуальных учебных достижений обучающихся 5 классов по оценке метапредметных и предметных результатов на уровне начального общего образования

	Русский язык 4 класс
Комплексная работа 4 класс	0,572
Математика 4 класс	0,614

Исходя из расчетов, представленных в корреляционной матрице (таблица 57), и с учетом шкалы Чеддока [1] для оценки корреляции, можно сделать следующие **выводы**:

- связь между результатами обучающихся общеобразовательных организаций Воронежской области, принявших участие в мониторинге индивидуальных учебных достижений по учебному предмету «Русский язык 4 класс», в % от максимального балла, и по учебному предмету «Комплексная работа 4 класс», в % от максимального балла, является **прямой и заметной**;
- связь между результатами обучающихся общеобразовательных организаций Воронежской области, принявших участие в мониторинге индивидуальных учебных достижений по учебному предмету «Русский язык 4 класс», в % от максимального балла, и по учебному предмету «Математика 4 класс», в % от максимального балла, является **прямой и заметной**.

В соответствии со **вторым этапом** построены регрессии и выявлены математические выражения, характеризующие закономерности отношений между результатами индивидуальных учебных достижений обучающихся 5 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке предметных результатов по русскому языку и метапредметных результатов и предметных результатов по математике на уровне начального общего образования. Для проведения регрессионного анализа было использовано программное средство IBM SPSS Statistics.

В таблице 58 представлен расчет коэффициентов регрессии соотношения результатов индивидуальных учебных достижений обучающихся 5 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке предметных результатов по русскому языку и метапредметных результатов на уровне начального общего образования. На основе расчета определены значения константы и коэффициента с указанием уровней значимости и доверительных интервалов.

Расчет коэффициентов регрессии

Модель		Коэффициенты						
		Нестандартизованные коэффициенты		Стандартизованные коэффициенты	t	Значимость	95,0% Доверительный интервал для В	
		В	Стандартная ошибка				Бета	Нижняя граница
1	(Константа)	19,595	,548		35,730	,000	18,520	20,670
	Русский_язык_4_класс	,587	,009	,572	64,934	,000	,570	,605

Итоговое уравнение регрессии для выявления взаимосвязи результатов индивидуальных учебных достижений обучающихся 5 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке предметных результатов по русскому языку и метапредметных результатов и на уровне начального общего образования определяется формулой:

$$y = 19,595 + 0,587x \quad (18)$$

Значение коэффициента показывает, что при увеличении предметного результата по учебному предмету «Русский язык 4 класс» на 1% значение метапредметных результатов обучающихся увеличивается на 0,587%.

Значение стандартизованного коэффициента (19,595) показывает, на сколько стандартных отклонений увеличивается значение метапредметных результатов при увеличении значения предметных результатов по учебному предмету «Русский язык 4 класс» на одно стандартное отклонение. Расчет 95% доверительных интервалов для коэффициента регрессии и константы (см. табл. 58), показывает, что в случае представления данной выборки в виде генеральной совокупности коэффициент для нее с 95% надежностью будет находиться в пределах от 0,57 до 0,605.

Вычисленное значение t-критерия Стьюдента $t = 64,934$ (что больше $t_{\text{критическое}} = 1,9602376$), поэтому нулевая гипотеза отклоняется. Кроме того, уровень значимости $p < 0,001$, поэтому нулевая гипотеза отклоняется снова. Следовательно, между результатами индивидуальных учебных достижений обучающихся 5 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке предметных результатов по учебному предмету «Русский язык 4 класс» и метапредметных результатов существует статистически значимая линейная зависимость.

В таблице 59 представлены общие сведения о регрессионной модели. Коэффициент детерминации R-квадрат равен 0,327. Это означает, что 32,7% вариаций метапредметных результатов изменяются при соответствующих вариациях предметных результатов обучающихся 5 классов по русскому языку общеобразовательных организаций Воронежской области.

Общие данные о регрессионной модели

Мо- дель	R	R- квад- рат	Скор- ректи- рован- ный R- квадрат	Стан- дартная ошибка оценки	Сводка для модели					Дарбин- Уотсон
					Статистика изменений					
					Изме- нение R квад- квадрат	Измене- ние F	ст.св. 1	ст.св. 2	Знач. Измене- ние F	
1	,572	,327	,327	15,60059	,327	4216,432	1	8670	,000	1,941

Значение критерия Дарбина-Уотсона, проверяющего выполнение условия независимости наблюдений, находится в пределах $1 < 1,941 < 3$, что свидетельствует о том, что соблюдается условие независимости остатков [2], и соответственно, прогнозирование с помощью метода наименьших квадратов не нарушается. Следовательно, данная модель простой линейной регрессии является адекватной, между переменными существует линейная зависимость.

На рис. 69 представлена линия регрессии, отражающая характер взаимосвязи результатов индивидуальных учебных достижений обучающихся 5 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке предметных результатов по русскому языку и метапредметных результатов на уровне начального общего образования.

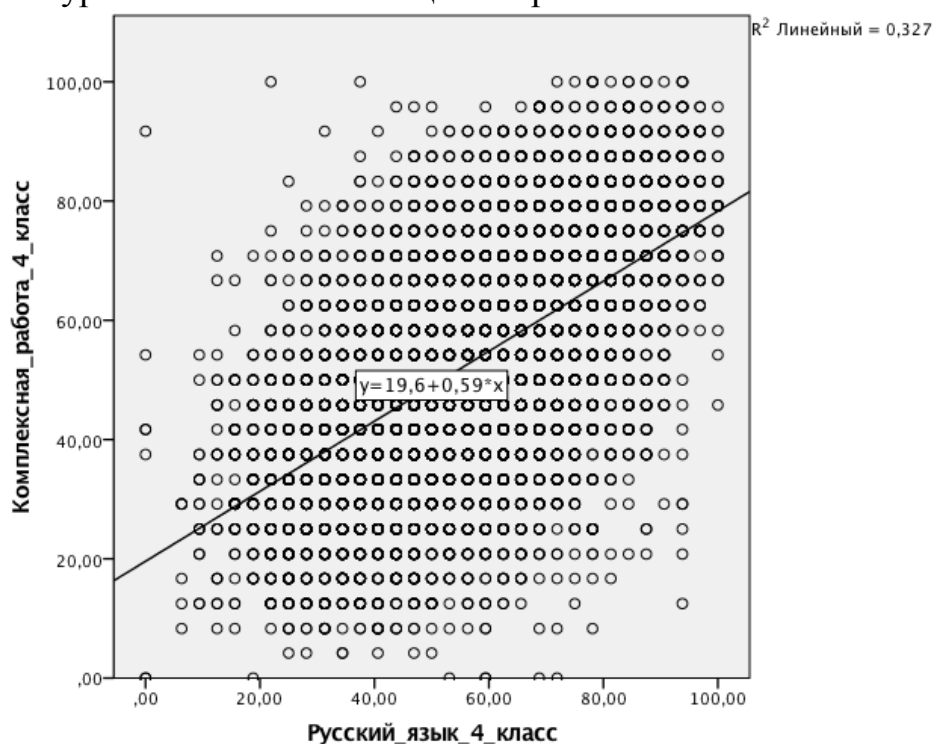


Рис. 69. Регрессия соотношения результатов индивидуальных учебных достижений обучающихся 5 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке предметных результатов по русскому языку и метапредметных результатов на уровне начального общего образования

Таблица 60 отражает результаты однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA) для определения наличия или отсутствия взаимосвязи между переменными.

Таблица 60

Результаты однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA)

ANOVA						
Модель		Сумма квадратов	ст.св.	Средний квадрат	F	Значимость
1	Регрессия	1026188,724	1	1026188,724	4216,432	,000
	Остаток	2110091,347	8670	243,378		
	Всего	3136280,072	8671			

Значение F-критерия (табл. 60) равно 4216,432 (что больше $F_{\text{критическое}} = 3,84253161$), соответствует достигнутому уровню значимости $p < 0,001$, следовательно, нулевая гипотеза об отсутствии взаимосвязи между переменными отвергается [2]. Таким образом, результаты индивидуальных учебных достижений обучающихся 5 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке предметных результатов по учебному предмету «Русский язык 4 класс» и метапредметных результатов тесно связаны.

Для подтверждения правомерности применения линейного регрессионного анализа для данной регрессионной модели распределение остатков представляет форму нормального распределения (рис. 70), график регрессии стандартизованных остатков (рис. 71) представляет собой прямую линию, что говорит о нормальном распределении остатков, а значит, и о соблюдении этого условия проведения линейного регрессионного анализа [2].



Рис. 70. Гистограмма стандартизованных остатков



Рис. 71. График регрессии стандартизованных остатков

Также обязательным требованием к применению линейного регрессионного анализа является выполнение условия гомоскедастичности, которое должно обеспечивать одинаковый разброс значений зависимой пере-

менной для любых значений независимой переменной. Представленная диаграмма рассеяния разброса стандартизованных остатков в зависимости от стандартизованных предсказанных значений (рис. 72) показывает, что разброс стандартизованных остатков приблизительно одинаков для всех значений стандартизованной предсказанной величины, то есть соблюдается условие гомоскедастичности [2].

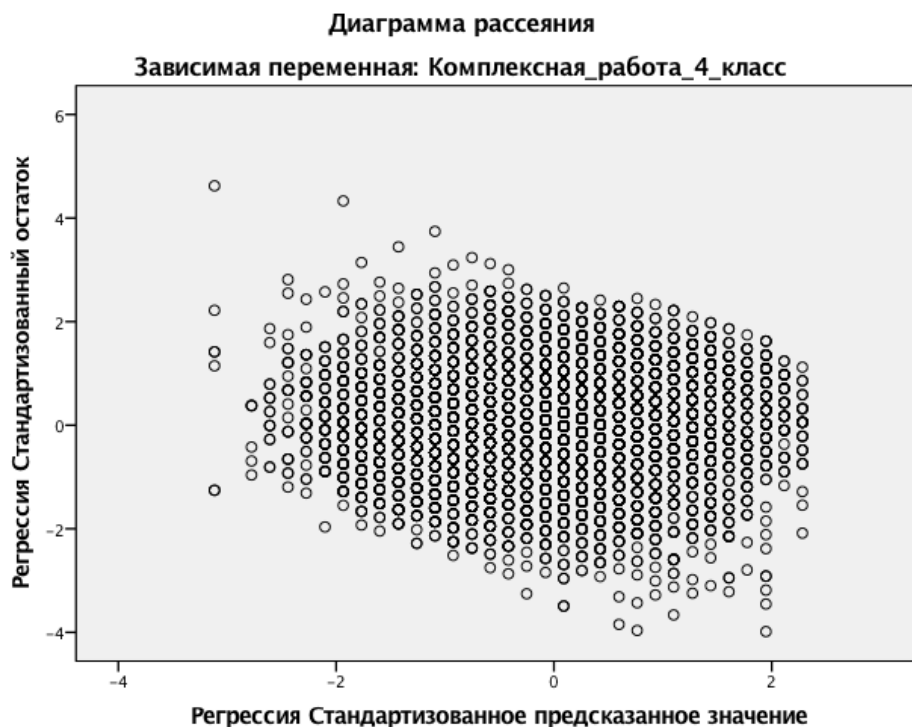


Рис. 72. Диаграмма рассеяния разброса стандартизованных остатков в зависимости от стандартизованных предсказанных значений

Построены регрессии и выявлены математические выражения, характеризующие закономерности отношений между результатами индивидуальных учебных достижений обучающихся 5 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке предметных результатов по русскому языку и математике на уровне начального общего образования.

В таблице 61 представлен расчет коэффициентов регрессии соотношения результатов индивидуальных учебных достижений обучающихся 5 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке предметных результатов по русскому языку и математике на уровне начального общего образования. На основе расчета определены значения константы и коэффициента с указанием уровней значимости и доверительных интервалов.

Итоговое уравнение регрессии для выявления взаимосвязи результатов индивидуальных учебных достижений обучающихся 5 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по русскому языку и

предметных результатов по математике на уровне начального общего образования определяется формулой:

$$y = 14,852 + 0,627x \quad (19)$$

Таблица 61

Расчет коэффициентов регрессии

Модель		Коэффициенты						
		Нестандартизованные коэффициенты		Стандартизованные коэффициенты	t	Значимость	95,0% Доверительный интервал для B	
		B	Стандартная ошибка				Бета	Нижняя граница
1	(Константа)	14,852	,519		28,605	,000	13,834	15,869
	Русский_язык_4_класс	,627	,009	,614	73,137	,000	,610	,643

Значение коэффициента показывает, что при увеличении предметного результата обучающихся по учебному предмету «Русский язык 4 класс» на 1% значение предметных результатов по учебному предмету «Математика 4 класс» увеличивается на 0,627%.

Значение стандартизованного коэффициента (14,852) показывает, на сколько стандартных отклонений увеличивается значение предметных результатов по учебному предмету «Математика 4 класс» при увеличении значения предметных результатов по учебному предмету «Русский язык 4 класс» на одно стандартное отклонение. Расчет 95% доверительных интервалов для коэффициента регрессии и константы (см. табл. 61), показывает, что в случае представления данной выборки в виде генеральной совокупности коэффициент для нее с 95% надежностью будет находиться в пределах от 0,61 до 0,643.

Вычисленное значение t-критерия Стьюдента $t = 73,137$ (что больше $t_{\text{критическое}} = 1,960233$), поэтому нулевая гипотеза отклоняется. Кроме того, уровень значимости $p < 0,001$, поэтому нулевая гипотеза отклоняется снова. Следовательно, между результатами индивидуальных учебных достижений обучающихся 5 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке предметных результатов по учебному предмету «Русский язык 4 класс» и учебному предмету «Математика 4 класс» существует статистически значимая линейная зависимость.

В таблице 62 представлены общие сведения о регрессионной модели. Коэффициент детерминации R-квадрат равен 0,377. Это означает, что 37,7% вариаций предметных результатов обучающихся 5 классов по математике изменяются при соответствующих вариациях предметных результатов по русскому языку обучающихся 5 классов общеобразовательных организаций Воронежской области.

Общие данные о регрессионной модели

Мо- дель	R	R- квад- рат	Скор- ректи- рован- ный R- квadrat	Стан- дартная ошибка оценки	Сводка для модели					Дарбин- Уотсон
					Статистика изменений					
					Изме- нение R квад- квadrat	Измене- ние F	ст.св. 1	ст.св. 2	Знач. Измене- ние F	
1	,614	,377	,377	14,88948	,377	5349,064	1	8821	,000	1,924

Значение критерия Дарбина-Уотсона, проверяющего выполнение условия независимости наблюдений, находится в пределах $1 < 1,924 < 3$, что свидетельствует о том, что соблюдается условие независимости остатков [2], и, соответственно прогнозирование с помощью метода наименьших квадратов не нарушается. Следовательно, данная модель простой линейной регрессии является адекватной, между переменными существует линейная зависимость.

На рис. 73 представлена линия регрессии, отражающая характер взаимосвязи результатов индивидуальных учебных достижений обучающихся 5 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке предметных результатов по русскому языку и математике на уровне начального общего образования.

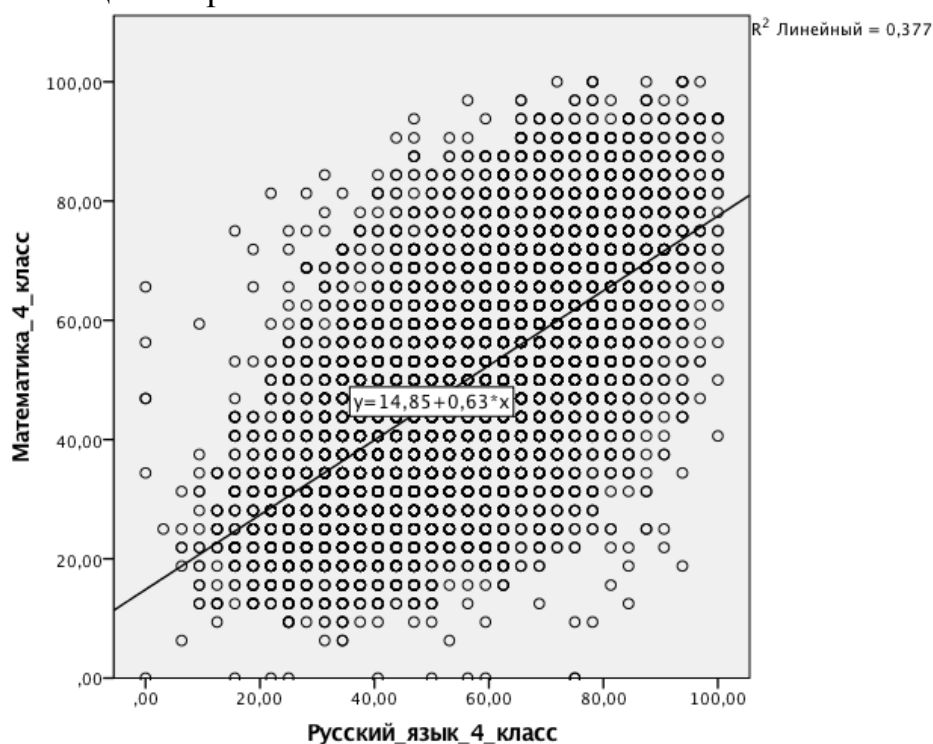


Рис. 73. Регрессия соотношения результатов индивидуальных учебных достижений обучающихся 5 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке предметных результатов по русскому языку и математике на уровне начального общего образования

Таблица 63 отражает результаты однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA) для определения наличия или отсутствия взаимосвязи между переменными.

Таблица 63

Результаты однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA)

ANOVA						
Модель		Сумма квадратов	ст.св.	Средний квадрат	F	Значимость
1	Регрессия	1185870,043	1	1185870,043	5349,064	,000
	Остаток	1955586,901	8821	221,697		
	Всего	3141456,944	8822			

Значение F-критерия (табл. 63) равно 5349,064 (что больше $F_{\text{критическое}} = 3,84251324$), соответствует достигнутому уровню значимости $p < 0,001$, следовательно, нулевая гипотеза об отсутствии взаимосвязи между переменными отвергается [2]. Таким образом, результаты индивидуальных учебных достижений обучающихся 5 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке предметных результатов по учебному предмету «Русский язык 4 класс» и учебному предмету «Математика 4 класс» тесно связаны.

Для подтверждения правомерности применения линейного регрессионного анализа для данной регрессионной модели распределение остатков представляет форму нормального распределения (рис. 74), график регрессии стандартизованных остатков (рис. 75) представляет собой прямую линию, что говорит о нормальном распределении остатков, а значит, и о соблюдении этого условия проведения линейного регрессионного анализа [2].



Рис. 74. Гистограмма стандартизованных остатков



Рис. 75. График регрессии стандартизованных остатков

Также обязательным требованием к применению линейного регрессионного анализа является выполнение условия гомоскедастичности, которое должно обеспечивать одинаковый разброс значений зависимой пере-

менной для любых значений независимой переменной. Представленная диаграмма рассеяния разброса стандартизованных остатков в зависимости от стандартизованных предсказанных значений (рис. 76) показывает, что разброс стандартизованных остатков приблизительно одинаков для всех значений стандартизованной предсказанной величины, то есть соблюдается условие гомоскедастичности [2].



Рис. 76. Диаграмма рассеяния разброса стандартизованных остатков в зависимости от стандартизованных предсказанных значений

Таким образом, проведенный анализ влияния предметных результатов по русскому языку на метапредметные результаты и предметные результаты по математике за начальную школу показал:

- между предметными результатами по русскому языку и метапредметными результатами и предметными результатами по математике за начальную школу существует прямая и заметная связь;
- между предметными результатами по русскому языку и метапредметными результатами и предметными результатами по математике за начальную школу существует статистически значимая положительная линейная зависимость;
- 32,7% вариаций метапредметных результатов изменяются при соответствующих вариациях предметных результатов обучающихся 5 классов по русскому языку общеобразовательных организаций Воронежской области;
- 37,7% вариаций предметных результатов обучающихся 5 классов по математике изменяются при соответствующих вариациях предметных ре-

зультатов по русскому языку обучающихся 5 классов общеобразовательных организаций Воронежской области.

2.2. Исследование влияния предметных результатов по русскому языку на метапредметные и предметные результаты обучающихся 6 классов

У обучающихся 6 классов из 219 общеобразовательных организаций Воронежской области оценивался уровень сформированности планируемых метапредметных (комплексная работа) и предметных результатов (по русскому языку, математике, биологии и английскому языку) за 5 класс при реализации основной образовательной программы основного общего образования. В мониторинге приняло участие:

- 7677 обучающихся 6 классов, у которых оценивались уровень сформированности предметных результатов по русскому языку и метапредметных результатов комплексной работой за 5 класс;
- 7710 обучающихся 6 классов, у которых оценивались уровень сформированности предметных результатов по русскому языку и предметных результатов по математике за 5 класс;
- 5618 обучающихся 6 классов, у которых оценивались уровень сформированности предметных результатов по русскому языку и предметных результатов по биологии за 5 класс;
- 4161 обучающийся 6 классов, у которых оценивались уровень сформированности предметных результатов по русскому языку и предметных результатов по английскому языку за 5 класс

Результаты МИУД обучающихся 6 классов по оценке метапредметных и предметных результатов за начальную школу представлены в соответствующем отчете [3].

Для проведения оценки влияния предметных результатов по русскому языку на метапредметные результаты и предметные результаты по математике, биологии и английскому языку за 5 класс при проведении входного мониторинга индивидуальных учебных достижений обучающихся 6 классов нами использованы статистические методы – корреляционно-регрессионный и однофакторный дисперсионный анализы. Данные методы в своей совокупности позволяют выявить внутренние связи и закономерности влияния предметных результатов по русскому языку на метапредметные результаты, на предметные результаты по математике, биологии и английскому языку за 5 класс.

Расчеты проведены в соответствии со следующими этапами:

1. Построение корреляционной матрицы и оценка характера связи между переменными.
2. Построение регрессии и выявление математических выражений, характеризующих закономерности отношений между переменными.

В ходе **первого этапа** на основе агрегации данных были получены следующие значения корреляции (табл. 64).

Таблица 64

Корреляционная матрица взаимосвязи результатов мониторинга индивидуальных учебных достижений обучающихся 6 классов по оценке предметных и метапредметных результатов за 5 класс на уровне основного общего образования

	Русский язык 5 класс
Комплексная работа 5 класс	0,569
Математика 5 класс	0,622
Биология 5 класс	0,394
Английский язык 5 класс	0,549

Исходя из расчетов, представленных в корреляционной матрице (таблица 64), и с учетом шкалы Чеддока [1] для оценки корреляции, можно сделать следующие **выводы**:

- связь между результатами обучающихся общеобразовательных организаций Воронежской области, принявших участие в мониторинге индивидуальных учебных достижений по учебному предмету «Русский язык 5 класс», в % от максимального балла, и по учебному предмету «Комплексная работа 5 класс», в % от максимального балла, является **прямой и заметной**;
- связь между результатами обучающихся общеобразовательных организаций Воронежской области, принявших участие в мониторинге индивидуальных учебных достижений по учебному предмету «Русский язык 5 класс», в % от максимального балла, и по учебному предмету «Математика 5 класс», в % от максимального балла, является **прямой и заметной**;
- связь между результатами обучающихся общеобразовательных организаций Воронежской области, принявших участие в мониторинге индивидуальных учебных достижений по учебному предмету «Русский язык 5 класс», в % от максимального балла, и по учебному предмету «Биология 5 класс», в % от максимального балла, является **прямой и умеренной**;
- связь между результатами обучающихся общеобразовательных организаций Воронежской области, принявших участие в мониторинге индивидуальных учебных достижений по учебному предмету «Русский язык 5 класс», в % от максимального балла, и по учебному предмету «Английский язык 5 класс», в % от максимального балла, является **прямой и заметной**.

В соответствии со **вторым этапом** построены регрессии и выявлены математические выражения, характеризующие закономерности отношений между результатами индивидуальных учебных достижений обучающихся 6 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке предметных результатов по русскому языку, метапредметных результа-

тов и предметных результаты по математике, биологии и английскому языку за 5 класс на уровне основного общего образования. Для проведения регрессионного анализа было использовано программное средство IBM SPSS Statistics.

В таблице 65 представлен расчет коэффициентов регрессии соотношения результатов индивидуальных учебных достижений обучающихся 6 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке предметных результатов по русскому языку за 5 класс и метапредметных результатов на уровне основного общего образования. На основе расчета определены значения константы и коэффициента с указанием уровней значимости и доверительных интервалов.

Таблица 65

Расчет коэффициентов регрессии

Коэффициенты								
Модель		Нестандартизованные коэффициенты		Стандартизованные коэффициенты	t	Значимость	95,0% Доверительный интервал для B	
		B	Стандартная ошибка				Бета	Нижняя граница
1	(Константа)	27,912	,486		57,423	,000	26,959	28,865
	Русский_язык_5_класс	,564	,009	,569	60,596	,000	,545	,582

Итоговое уравнение регрессии для выявления взаимосвязи результатов индивидуальных учебных достижений обучающихся 6 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке предметных результатов по русскому языку за 5 класс и метапредметных результатов на уровне основного общего образования определяется формулой:

$$y = 27,912 + 0,564x \quad (20)$$

Значение коэффициента показывает, что при увеличении предметного результата по учебному предмету «Русский язык 5 класс» на 1% значение метапредметных результатов обучающихся увеличивается на 0,564%.

Значение стандартизованного коэффициента (27,912) показывает, на сколько стандартных отклонений увеличивается значение метапредметных результатов при увеличении значения предметных результатов по учебному предмету «Русский язык 5 класс» на одно стандартное отклонение. Расчет 95% доверительных интервалов для коэффициента регрессии и константы (см. табл. 65), показывает, что в случае представления данной выборки в виде генеральной совокупности коэффициент для нее с 95% надежностью будет находиться в пределах от 0,545 до 0,582.

Вычисленное значение t-критерия Стьюдента $t = 60,596$ (что больше $t_{\text{критическое}} = 1,9602731$), поэтому нулевая гипотеза отклоняется. Кроме того, уровень значимости $p < 0,001$, поэтому нулевая гипотеза отклоняется сно-

ва. Следовательно, между результатами индивидуальных учебных достижений обучающихся 6 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке предметных результатов по учебному предмету «Русский язык 5 класс» и метапредметных результатов существует статистически значимая линейная зависимость.

В таблице 66 представлены общие сведения о регрессионной модели. Коэффициент детерминации R-квадрат равен 0,324. Это означает, что 32,4% вариаций метапредметных результатов обучающихся 6 классов изменяются при соответствующих вариациях предметных результатов обучающихся 6 классов по русскому языку общеобразовательных организаций Воронежской области.

Таблица 66

Общие данные о регрессионной модели

Сводка для модели										
Мо- дель	R	R- квад- рат	Скор- ректи- рован- ный R- квадрат	Стан- дартная ошибка оценки	Статистика изменений					Дарбин- Уотсон
					Изме- нение R квад- квад- рат	Измене- ние F	ст.св. 1	ст.св. 2	Знач. Измене- ние F	
1	,569	,324	,324	13,60438	,324	3671,837	1	7675	,000	1,902

Значение критерия Дарбина-Уотсона, проверяющего выполнение условия независимости наблюдений, находится в пределах $1 < 1,902 < 3$, что свидетельствует о том, что соблюдается условие независимости остатков [2], и соответственно, прогнозирование с помощью метода наименьших квадратов не нарушается. Следовательно, данная модель простой линейной регрессии является адекватной, между переменными существует линейная зависимость.

На рис. 77 представлена линия регрессии, отражающая характер взаимосвязи результатов индивидуальных учебных достижений обучающихся 6 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке предметных результатов по русскому языку за 5 класс и метапредметных результатов на уровне основного общего образования.

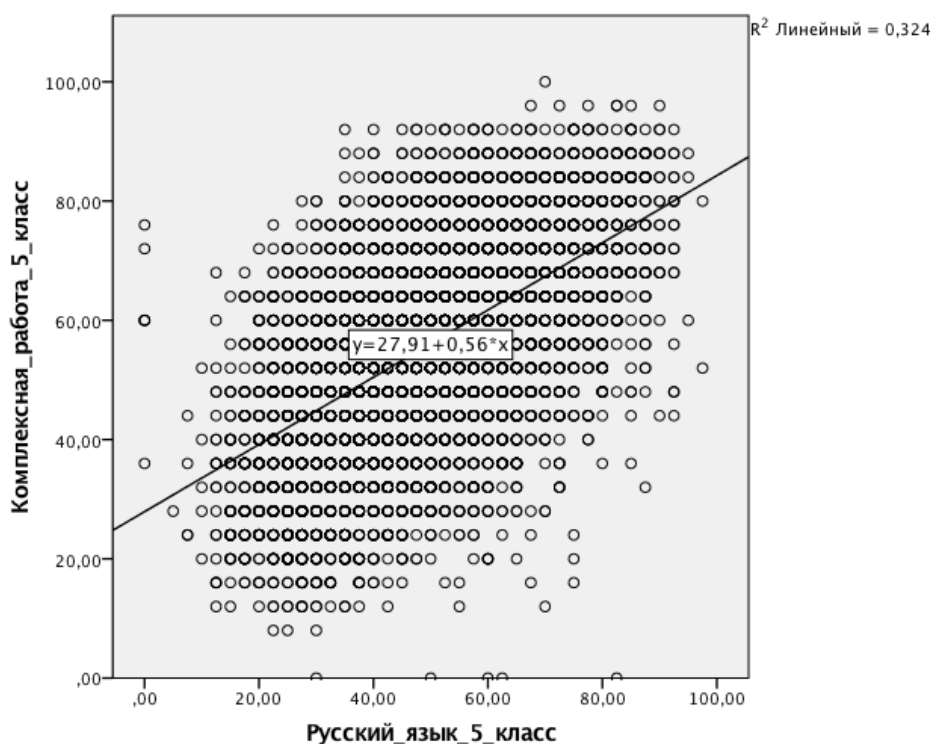


Рис. 77. Регрессия соотношения результатов индивидуальных учебных достижений обучающихся 6 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке предметных результатов по русскому языку за 5 класс и метапредметных результатов на уровне основного общего образования

Таблица 67 отражает результаты однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA) для определения наличия или отсутствия взаимосвязи между переменными.

Таблица 67

Результаты однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA)

ANOVA						
Модель		Сумма квадратов	ст.св.	Средний квадрат	F	Значимость
1	Регрессия	679580,043	1	679580,043	3671,837	,000
	Остаток	1420481,611	7675	185,079		
	Всего	2100061,653	7676			

Значение F-критерия (табл. 67) равно 3671,837 (что больше $F_{\text{критическое}} = 3,84267072$), соответствует достигнутому уровню значимости $p < 0,001$, следовательно, нулевая гипотеза об отсутствии взаимосвязи между переменными отвергается [2]. Таким образом, результаты индивидуальных учебных достижений обучающихся 6 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке предметных результатов по учебному предмету «Русский язык 5 класс» и метапредметных результатов и тесно связаны.

Для подтверждения правомерности применения линейного регрессионного анализа для данной регрессионной модели распределение остатков представляет форму нормального распределения (рис. 78), график регрессии стандартизованных остатков (рис. 79) представляет собой прямую линию, что говорит о нормальном распределении остатков, а значит, и о соблюдении этого условия проведения линейного регрессионного анализа [2].

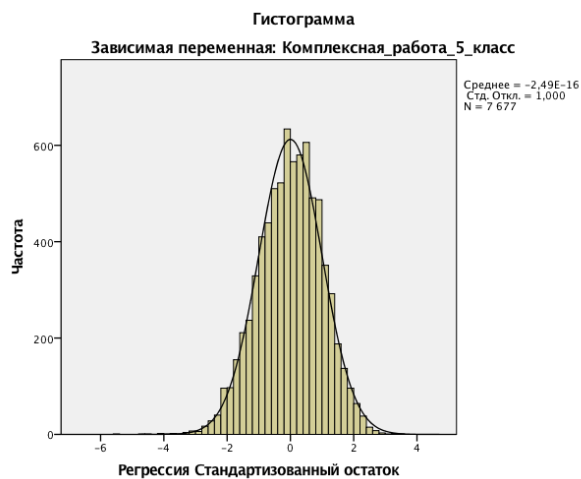


Рис. 78. Гистограмма стандартизованных остатков



Рис. 79. График регрессии стандартизованных остатков

Также обязательным требованием к применению линейного регрессионного анализа является выполнение условия гомоскедастичности, которое должно обеспечивать одинаковый разброс значений зависимой переменной для любых значений независимой переменной. Представленная диаграмма рассеяния разброса стандартизованных остатков в зависимости от стандартизованных предсказанных значений (рис. 80) показывает, что разброс стандартизованных остатков приблизительно одинаков для всех значений стандартизованной предсказанной величины, то есть соблюдается условие гомоскедастичности [2].

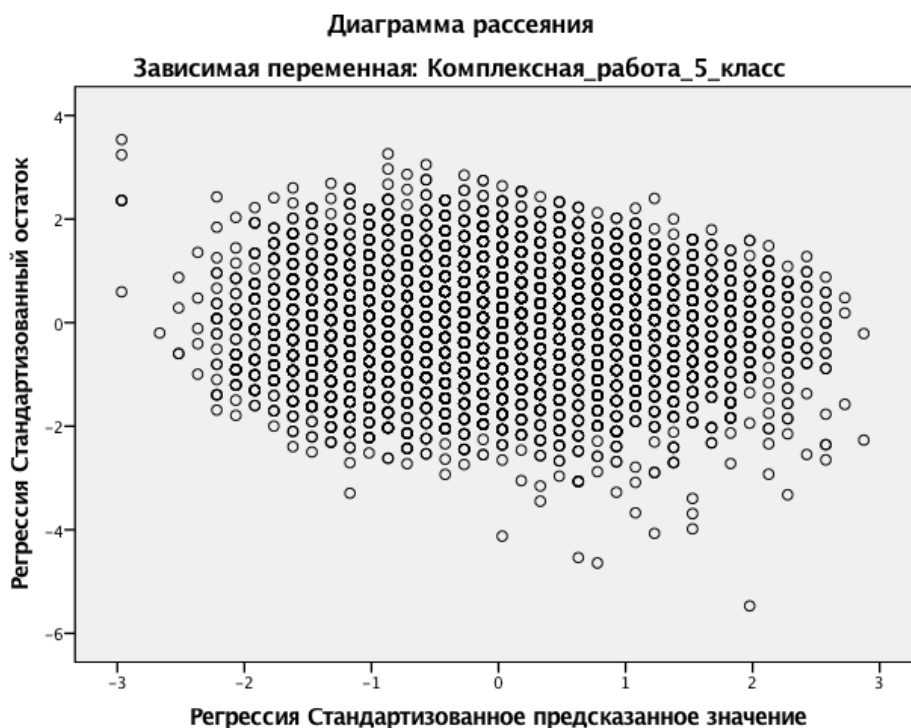


Рис. 80. Диаграмма рассеяния разброса стандартизованных остатков в зависимости от стандартизованных предсказанных значений

Построены регрессии и выявлены математические выражения, характеризующие закономерности отношений между результатами индивидуальных учебных достижений обучающихся 6 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке предметных результатов по русскому языку и математике за 5 класс на уровне основного общего образования.

В таблице 68 представлен расчет коэффициентов регрессии соотношения результатов индивидуальных учебных достижений обучающихся 6 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке предметных результатов по русскому языку и математике за 5 класс на уровне основного общего образования. На основе расчета определены значения константы и коэффициента с указанием уровней значимости и доверительных интервалов.

Итоговое уравнение регрессии для выявления взаимосвязи результатов индивидуальных учебных достижений обучающихся 6 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке метапредметных результатов и предметных результатов по математике за 5 класс на уровне основного общего образования определяется формулой:

$$y = -3,618 + 0,707x \quad (21)$$

Таблица 68

Расчет коэффициентов регрессии

Коэффициенты								
Модель		Нестандартизованные коэффициенты		Стандартизованные коэффициенты	t	Значимость	95,0% Доверительный интервал для B	
		B	Стандартная ошибка	Бета			Нижняя граница	Верхняя граница
1	(Константа)	-3,618	,529		-6,836	,000	-4,656	-2,581
	Русский_язык_5_класс	,707	,010	,622	69,803	,000	,687	,726

Значение коэффициента показывает, что при увеличении предметного результата обучающихся по учебному предмету «Русский язык 5 класс» на 1% значение предметных результатов по учебному предмету «Математика 5 класс» увеличивается на 0,707%.

Значение стандартизованного коэффициента (-3,618) показывает, на сколько стандартных отклонений увеличивается значение предметных результатов по учебному предмету «Математика 5 класс» при увеличении значения предметных результатов по учебному предмету «Русский язык 5 класс» на одно стандартное отклонение. Расчет 95% доверительных интервалов для коэффициента регрессии и константы (см. табл. 68), показывает, что в случае представления данной выборки в виде генеральной совокупности коэффициент для нее с 95% надежностью будет находиться в пределах от 0,687 до 0,726.

Вычисленное значение t-критерия Стьюдента $t = 69,803$ (что больше $t_{\text{критическое}} = 1,9602718$), поэтому нулевая гипотеза отклоняется. Кроме того, уровень значимости $p < 0,001$, поэтому нулевая гипотеза отклоняется снова. Следовательно, между результатами индивидуальных учебных достижений обучающихся 6 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке предметных результатов по учебному предмету «Русский язык 5 класс» и учебному предмету «Математика 5 класс» существует статистически значимая линейная зависимость.

В таблице 69 представлены общие сведения о регрессионной модели.

Таблица 69

Общие данные о регрессионной модели

Сводка для модели										
Модель	R	R-квадрат	Скорректированный R-квадрат	Стандартная ошибка оценки	Статистика изменений					Дарбин-Уотсон
					Изменение R квадрат	Изменение F	ст.св. 1	ст.св. 2	Знач. Изменение F	
1	,622	,387	,387	14,88655	,387	4872,478	1	7708	,000	1,811

Коэффициент детерминации R-квадрат равен 0,387. Это означает, что 38,7% вариаций предметных результатов обучающихся 6 классов по математике изменяются при соответствующих вариациях предметных результатов по русскому языку обучающихся 6 классов общеобразовательных организаций Воронежской области.

Значение критерия Дарбина-Уотсона, проверяющего выполнение условия независимости наблюдений, находится в пределах $1 < 1,811 < 3$, что свидетельствует о том, что соблюдается условие независимости остатков [2], и соответственно, прогнозирование с помощью метода наименьших квадратов не нарушается. Следовательно, данная модель простой линейной регрессии является адекватной, между переменными существует линейная зависимость.

На рис. 81 представлена линия регрессии, отражающая характер взаимосвязи результатов индивидуальных учебных достижений обучающихся 6 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке предметных результатов по русскому языку математике за 5 класс на уровне основного общего образования.

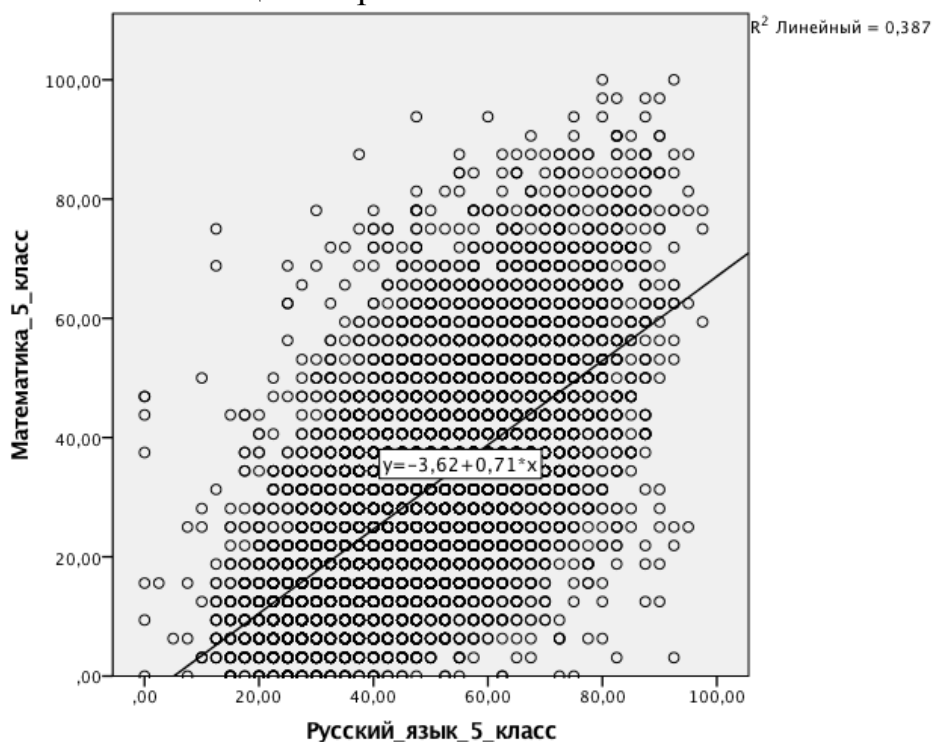


Рис. 81. Регрессия соотношения результатов индивидуальных учебных достижений обучающихся 6 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке предметных результатов по русскому языку и математике за 5 класс на уровне основного общего образования

Таблица 70 отражает результаты однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA) для определения наличия или отсутствия взаимосвязи между переменными.

Таблица 70

Результаты однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA)

ANOVA						
Модель		Сумма квадратов	ст.св.	Средний квадрат	F	Значимость
1	Регрессия	1079786,818	1	1079786,818	4872,478	,000
	Остаток	1708165,146	7708	221,609		
	Всего	2787951,964	7709			

Значение F-критерия (табл. 70) равно 4872,478 (что больше $F_{\text{критическое}} = 3,84266553$), соответствует достигнутому уровню значимости $p < 0,001$, следовательно, нулевая гипотеза об отсутствии взаимосвязи между переменными отвергается [2]. Таким образом, результаты индивидуальных учебных достижений обучающихся 6 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке предметных результатов по учебному предмету «Русский язык 5 класс» и учебному предмету «Математика 5 класс» тесно связаны.

Для подтверждения правомерности применения линейного регрессионного анализа для данной регрессионной модели распределение остатков представляет форму нормального распределения (рис. 82), график регрессии стандартизованных остатков (рис. 83) представляет собой практически прямую линию, что говорит о нормальном распределении остатков, а значит, и о соблюдении этого условия проведения линейного регрессионного анализа [2].



Рис. 82. Гистограмма стандартизованных остатков



Рис. 83. График регрессии стандартизованных остатков

Также обязательным требованием к применению линейного регрессионного анализа является выполнение условия гомоскедастичности, которое должно обеспечивать одинаковый разброс значений зависимой пере-

менной для любых значений независимой переменной. Представленная диаграмма рассеяния разброса стандартизованных остатков в зависимости от стандартизованных предсказанных значений (рис. 84) показывает, что разброс стандартизованных остатков приблизительно одинаков для всех значений стандартизованной предсказанной величины, то есть соблюдается условие гомоскедастичности [2].

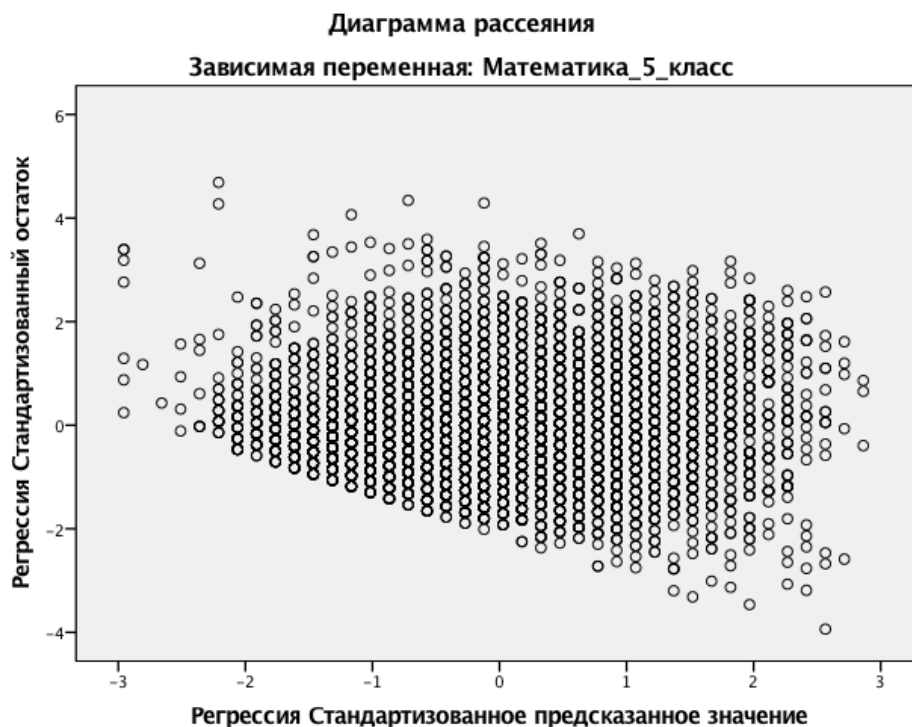


Рис. 84. Диаграмма рассеяния разброса стандартизованных остатков в зависимости от стандартизованных предсказанных значений

Построены регрессии и выявлены математические выражения, характеризующие закономерности отношений между результатами индивидуальных учебных достижений обучающихся 6 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке предметных результатов по русскому языку и биологии за 5 класс на уровне основного общего образования.

В таблице 71 представлен расчет коэффициентов регрессии соотношения результатов индивидуальных учебных достижений обучающихся 6 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке предметных результатов по русскому языку и биологии за 5 класс на уровне основного общего образования. На основе расчета определены значения константы и коэффициента с указанием уровней значимости и доверительных интервалов.

Итоговое уравнение регрессии для выявления взаимосвязи результатов индивидуальных учебных достижений обучающихся 6 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке предметных

результатов по русскому языку и биологии за 5 класс на уровне основного общего образования определяется формулой:

$$y = 36,628 + 0,322x \quad (22)$$

Таблица 71

Расчет коэффициентов регрессии

Модель		Коэффициенты						
		Нестандартизованные коэффициенты		Стандартизованные коэффициенты	t	Значимость	95,0% Доверительный интервал для B	
		B	Стандартная ошибка	Бета			Нижняя граница	Верхняя граница
1	(Константа)	36,628	,523		69,991	,000	35,602	37,654
	Русский_язык_5_класс	,322	,010	,394	32,162	,000	,302	,341

Значение коэффициента показывает, что при увеличении предметного результата обучающихся по учебному предмету «Русский язык 5 класс» на 1% значение предметных результатов по учебному предмету «Биология 5 класс» увеличивается на 0,322%.

Значение стандартизованного коэффициента (36,628) показывает, на сколько стандартных отклонений увеличивается значение предметных результатов по учебному предмету «Биология 5 класс» при увеличении значения предметных результатов по учебному предмету «Русский язык 5 класс» на одно стандартное отклонение. Расчет 95% доверительных интервалов для коэффициента регрессии и константы (см. табл. 71), показывает, что в случае представления данной выборки в виде генеральной совокупности коэффициент для нее с 95% надежностью будет находиться в пределах от 0,302 до 0,341.

Вычисленное значение t-критерия Стьюдента $t = 32,162$ (что больше $t_{\text{критическое}} = 1,9603865$), поэтому нулевая гипотеза отклоняется. Кроме того, уровень значимости $p < 0,001$, поэтому нулевая гипотеза отклоняется снова. Следовательно, между результатами индивидуальных учебных достижений обучающихся 6 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке предметных результатов по учебному предмету «Русский язык 5 класс» и «Биология 5 класс» существует статистически значимая линейная зависимость.

В таблице 72 представлены общие сведения о регрессионной модели. Коэффициент детерминации R-квадрат равен 0,156. Это означает, что 15,6% вариаций предметных результатов обучающихся 6 классов по биологии изменяются при соответствующих вариациях предметных результатов по русскому языку обучающихся 6 классов общеобразовательных организаций Воронежской области.

Общие данные о регрессионной модели

Мо- дель	R	R- квад- рат	Скор- ректи- рован- ный R- квадрат	Стан- дартная ошибка оценки	Сводка для модели					Дарбин- Уотсон
					Статистика изменений					
					Изме- нение R квад- квадрат	Измене- ние F	ст.св. 1	ст.св. 2	Знач. Измене- ние F	
1	,394	,156	,155	12,44102	,156	1034,413	1	5616	,000	1,928

Значение критерия Дарбина-Уотсона, проверяющего выполнение условия независимости наблюдений, находится в пределах $1 < 1,928 < 3$, что свидетельствует о том, что соблюдается условие независимости остатков [2], и соответственно, прогнозирование с помощью метода наименьших квадратов не нарушается. Следовательно, данная модель простой линейной регрессии является адекватной, между переменными существует линейная зависимость.

На рис. 85 представлена линия регрессии, отражающая характер взаимосвязи результатов индивидуальных учебных достижений обучающихся 6 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке предметных результатов по русскому языку и биологии за 5 класс на уровне основного общего образования.

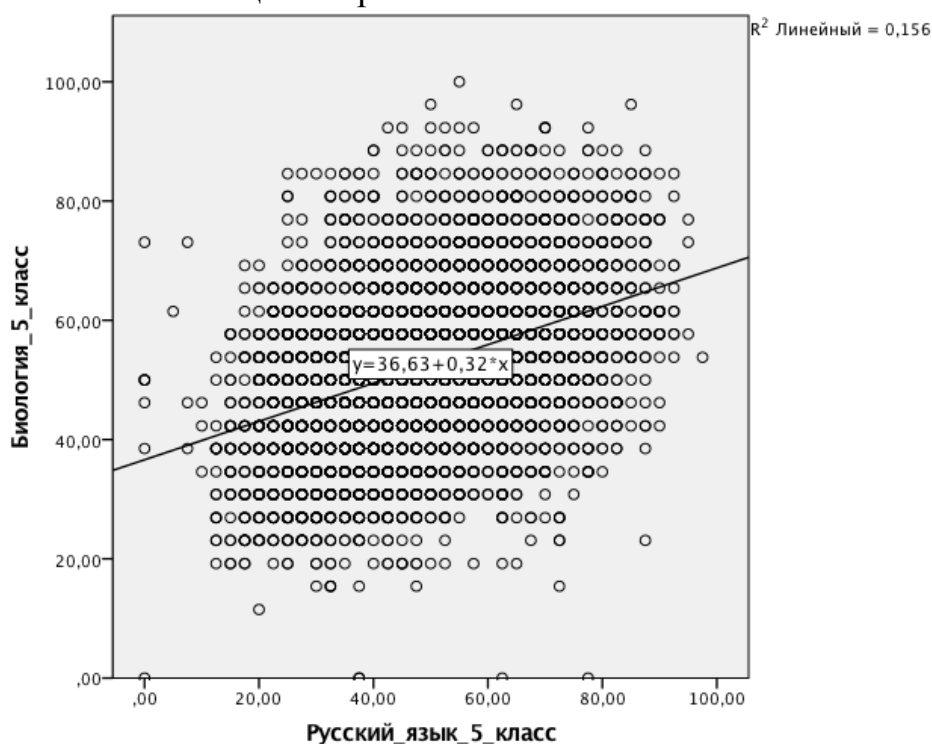


Рис. 85. Регрессия соотношения результатов индивидуальных учебных достижений обучающихся 6 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке предметных результатов по русскому языку и биологии за 5 класс на уровне основного общего образования

Таблица 73 отражает результаты однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA) для определения наличия или отсутствия взаимосвязи между переменными.

Таблица 73

Результаты однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA)

ANOVA						
Модель		Сумма квадратов	ст.св.	Средний квадрат	F	Значимость
1	Регрессия	160105,420	1	160105,420	1034,413	,000
	Остаток	869238,582	5616	154,779		
	Всего	1029344,002	5617			

Значение F-критерия (табл. 73) равно 1034,413 (что больше $F_{\text{критическое}} = 3,84311518$), соответствует достигнутому уровню значимости $p < 0,001$, следовательно, нулевая гипотеза об отсутствии взаимосвязи между переменными отвергается [2]. Таким образом, результаты индивидуальных учебных достижений обучающихся 6 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке предметных результатов по учебному предмету «Русский язык 5 класс» и «Биология 5 класс» тесно связаны.

Для подтверждения правомерности применения линейного регрессионного анализа для данной регрессионной модели распределение остатков представляет форму нормального распределения (рис. 86), график регрессии стандартизованных остатков (рис. 87) представляет собой прямую линию, что говорит о нормальном распределении остатков, а значит, и о соблюдении этого условия проведения линейного регрессионного анализа [2].

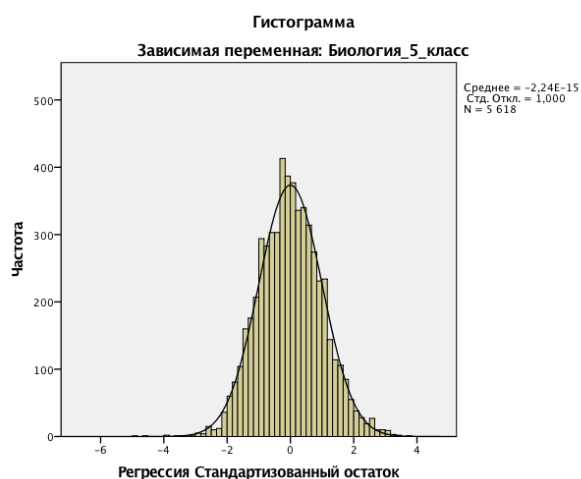


Рис. 86. Гистограмма стандартизованных остатков



Рис. 87. График регрессии стандартизованных остатков

Также обязательным требованием к применению линейного регрессионного анализа является выполнение условия гомоскедастичности, которое должно обеспечивать одинаковый разброс значений зависимой пере-

менной для любых значений независимой переменной. Представленная диаграмма рассеяния разброса стандартизованных остатков в зависимости от стандартизованных предсказанных значений (рис. 88) показывает, что разброс стандартизованных остатков приблизительно одинаков для всех значений стандартизованной предсказанной величины, то есть соблюдается условие гомоскедастичности [2].

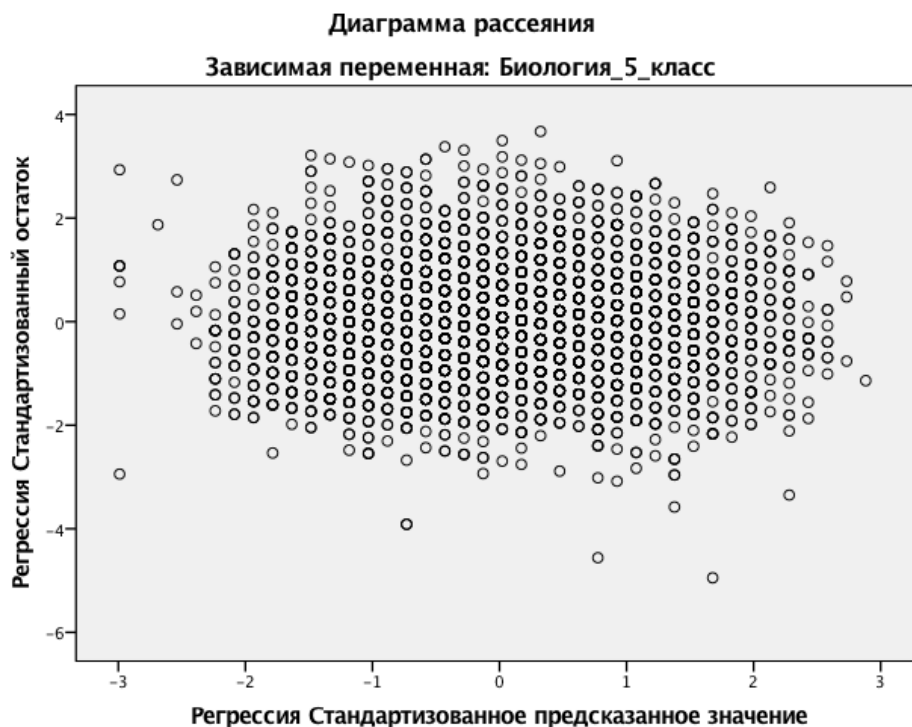


Рис. 88. Диаграмма рассеяния разброса стандартизованных остатков в зависимости от стандартизованных предсказанных значений

Построены регрессии и выявлены математические выражения, характеризующие закономерности отношений между результатами индивидуальных учебных достижений обучающихся 6 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке предметных результатов по русскому языку и английскому языку за 5 класс на уровне основного общего образования.

В таблице 74 представлен расчет коэффициентов регрессии соотношения результатов индивидуальных учебных достижений обучающихся 6 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке предметных результатов по русскому языку и английскому языку за 5 класс на уровне основного общего образования. На основе расчета определены значения константы и коэффициента с указанием уровней значимости и доверительных интервалов.

Итоговое уравнение регрессии для выявления взаимосвязи результатов индивидуальных учебных достижений обучающихся 6 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке предметных

результатов по русскому языку и английскому языку за 5 класс на уровне основного общего образования определяется формулой:

$$y = 33,661 + 0,529x \quad (23)$$

Таблица 74

Расчет коэффициентов регрессии

Модель		Коэффициенты						
		Нестандартизованные коэффициенты		Стандартизованные коэффициенты	t	Значимость	95,0% Доверительный интервал для B	
		B	Стандартная ошибка				Бета	Нижняя граница
1	(Константа)	33,661	,669		50,337	,000	32,350	34,972
	Русский_язык_5_класс	,529	,013	,549	42,306	,000	,505	,554

Значение коэффициента показывает, что при увеличении предметного результата обучающихся по учебному предмету «Русский язык 5 класс» на 1% значение предметных результатов по учебному предмету «Английский язык 5 класс» увеличивается на 0,529%.

Значение стандартизованного коэффициента (33,661) показывает, на сколько стандартных отклонений увеличивается значение предметных результатов по учебному предмету «Английский язык 5 класс» при увеличении значения предметных результатов по учебному предмету «Русский язык 5 класс» на одно стандартное отклонение. Расчет 95% доверительных интервалов для коэффициента регрессии и константы (см. табл. 74), показывает, что в случае представления данной выборки в виде генеральной совокупности коэффициент для нее с 95% надежностью будет находиться в пределах от 0,505 до 0,554.

Вычисленное значение t-критерия Стьюдента $t = 42,306$ (что больше $t_{\text{критическое}} = 1,9605345$), поэтому нулевая гипотеза отклоняется. Кроме того, уровень значимости $p < 0,001$, поэтому нулевая гипотеза отклоняется снова. Следовательно, между результатами индивидуальных учебных достижений обучающихся 6 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке предметных результатов по учебному предмету «Русский язык 5 класс» и «Английский язык 5 класс» существует статистически значимая линейная зависимость.

В таблице 75 представлены общие сведения о регрессионной модели. Коэффициент детерминации R-квадрат равен 0,301. Это означает, что 30,1% вариаций предметных результатов обучающихся 6 классов по английскому языку изменяются при соответствующих вариациях предметных результатов по русскому языку обучающихся 6 классов общеобразовательных организаций Воронежской области.

Общие данные о регрессионной модели

Мо- дель	R	R- квад- рат	Скор- ректи- рован- ный R- квадрат	Стан- дартная ошибка оценки	Сводка для модели					Дарбин- Уотсон
					Статистика изменений					
					Изме- нение R квад- квад- рат	Измене- ние F	ст.св. 1	ст.св. 2	Знач. Измене- ние F	
1	,549	,301	,301	13,30904	,301	1789,826	1	4159	,000	1,899

Значение критерия Дарбина-Уотсона, проверяющего выполнение условия независимости наблюдений, находится в пределах $1 < 1,899 < 3$, что свидетельствует о том, что соблюдается условие независимости остатков [2], и соответственно, прогнозирование с помощью метода наименьших квадратов не нарушается. Следовательно, данная модель простой линейной регрессии является адекватной, между переменными существует линейная зависимость.

На рис. 89 представлена линия регрессии, отражающая характер взаимосвязи результатов индивидуальных учебных достижений обучающихся 6 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке предметных результатов по русскому языку и по английскому языку за 5 класс на уровне основного общего образования.

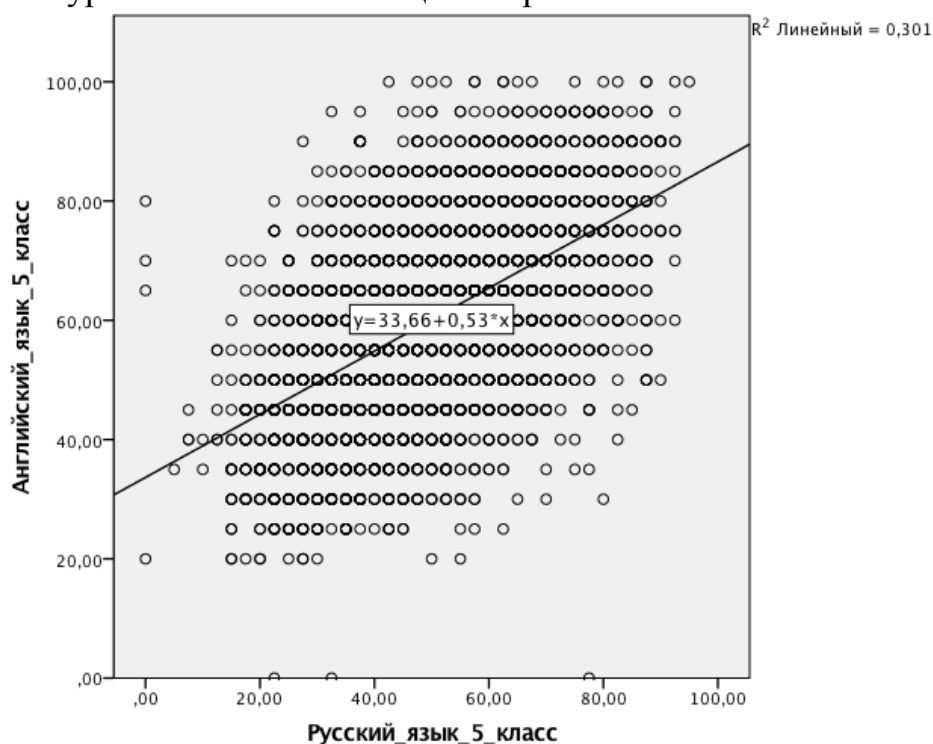


Рис. 89. Регрессия соотношения результатов индивидуальных учебных достижений обучающихся 6 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке предметных результатов по русскому языку и английскому языку за 5 класс на уровне основного общего образования

Таблица 76 отражает результаты однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA) для определения наличия или отсутствия взаимосвязи между переменными.

Таблица 76

Результаты однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA)

ANOVA						
Модель		Сумма квадратов	ст.св.	Средний квадрат	F	Значимость
1	Регрессия	317033,032	1	317033,032	1789,826	,000
	Остаток	736686,374	4159	177,131		
	Всего	1053719,406	4160			

Значение F-критерия (табл. 76) равно 1789,826 (что больше $F_{\text{критическое}} = 3,84369569$), соответствует достигнутому уровню значимости $p < 0,001$, следовательно, нулевая гипотеза об отсутствии взаимосвязи между переменными отвергается [2]. Таким образом, результаты индивидуальных учебных достижений обучающихся 6 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке предметных результатов по учебному предмету «Русский язык 5 класс» и учебному предмету «Английский язык 5 класс» тесно связаны.

Для подтверждения правомерности применения линейного регрессионного анализа для данной регрессионной модели распределение остатков представляет форму нормального распределения (рис. 90), график регрессии стандартизованных остатков (рис. 91) представляет собой прямую линию, что говорит о нормальном распределении остатков, а значит, и о соблюдении этого условия проведения линейного регрессионного анализа [2].



Рис. 90. Гистограмма стандартизованных остатков



Рис. 91. График регрессии стандартизованных остатков

Также обязательным требованием к применению линейного регрессионного анализа является выполнение условия гомоскедастичности, которое должно обеспечивать одинаковый разброс значений зависимой пере-

менной для любых значений независимой переменной. Представленная диаграмма рассеяния разброса стандартизованных остатков в зависимости от стандартизованных предсказанных значений (рис. 92) показывает, что разброс стандартизованных остатков приблизительно одинаков для всех значений стандартизованной предсказанной величины, то есть соблюдается условие гомоскедастичности [2].

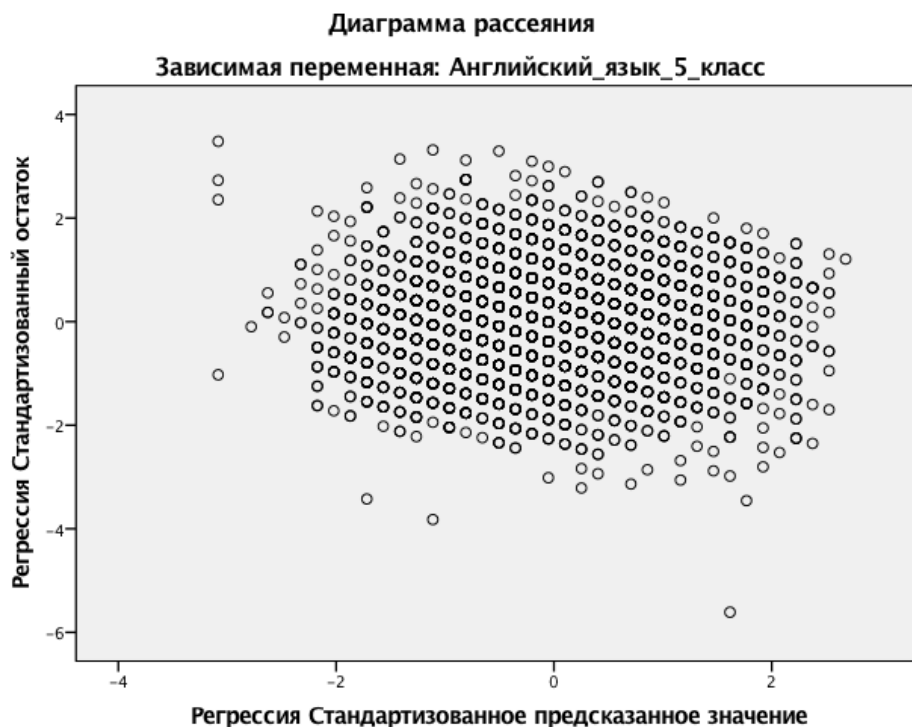


Рис. 92. Диаграмма рассеяния разброса стандартизованных остатков в зависимости от стандартизованных предсказанных значений

Таким образом, проведенный анализ влияния предметных результатов по русскому языку на метапредметные результаты и предметные результаты по математике, биологии и английскому языку за 5 класс показал:

- между предметными результатами по русскому языку и метапредметными результатами и предметными результатами по математике и английскому языку за 5 класс существует прямая и заметная связь;
- между предметными результатами по русскому языку и метапредметными результатами и предметными результатами по математике, биологии и английскому языку за 5 класс существует статистически значимая положительная линейная зависимость;
- 32,4% вариаций метапредметных результатов обучающихся 6 классов изменяются при соответствующих вариациях предметных результатов обучающихся 6 классов по русскому языку общеобразовательных организаций Воронежской области;
- 38,7% вариаций предметных результатов обучающихся 6 классов по математике изменяются при соответствующих вариациях предметных ре-

зультатов по русскому языку обучающихся 6 классов общеобразовательных организаций Воронежской области;

– 15,6% вариаций предметных результатов обучающихся 6 классов по биологии изменяются при соответствующих вариациях предметных результатов по русскому языку обучающихся 6 классов общеобразовательных организаций Воронежской области;

– 30,1% вариаций предметных результатов обучающихся 6 классов по английскому языку изменяются при соответствующих вариациях предметных результатов по русскому языку обучающихся 6 классов общеобразовательных организаций Воронежской области.

2.3. Исследование влияния предметных результатов по русскому языку на метапредметные и предметные результаты обучающихся 7 классов

У обучающихся 7 классов из 215 общеобразовательных организаций Воронежской области оценивался уровень сформированности планируемых метапредметных (комплексная работа) и предметных результатов (по русскому языку, математике и обществознанию) за 6 класс при реализации основной образовательной программы основного общего образования. В мониторинге приняло участие:

– 7213 обучающихся 7 классов, у которых оценивались уровень сформированности предметных результатов по русскому языку и метапредметных результатов комплексной работой за 6 класс;

– 7214 обучающихся 7 классов, у которых оценивались уровень сформированности предметных результатов по русскому языку и предметных результатов по математике за 6 класс;

– 7015 обучающихся 7 классов, у которых оценивались уровень сформированности предметных результатов по русскому языку и предметных результатов по обществознанию за 6 класс.

Результаты МИУД обучающихся 7 классов по оценке метапредметных и предметных результатов за 6 класс на уровне основного общего образования представлены в соответствующем отчете [5].

Для проведения оценки влияния предметных результатов по русскому языку на метапредметные результаты и предметные результаты по математике и обществознанию за 6 класс при проведении входного мониторинга индивидуальных учебных достижений обучающихся 7 классов нами использованы статистические методы – корреляционно-регрессионный и однофакторный дисперсионный анализы. Данные методы в своей совокупности позволяют выявить внутренние связи и закономерности влияния предметных результатов по русскому языку на метапредметные результаты, на предметные результаты по математике и обществознанию за 6 класс.

Расчеты проведены в соответствии со следующими этапами:

1. Построение корреляционной матрицы и оценка характера связи между переменными.

2. Построение регрессии и выявление математических выражений, характеризующих закономерности отношений между переменными.

В ходе **первого этапа** на основе агрегации данных были получены следующие значения корреляции (табл. 77).

Таблица 77

Корреляционная матрица взаимосвязи результатов мониторинга индивидуальных учебных достижений обучающихся 7 классов по оценке предметных и метапредметных результатов за 6 класс на уровне основного общего образования

	Русский язык 6 класс
Комплексная работа 6 класс	0,543
Математика 6 класс	0,551
Обществознание 6 класс	0,509

Исходя из расчетов, представленных в корреляционной матрице (таблица 77), и с учетом шкалы Чеддока [1] для оценки корреляции, можно сделать следующие **выводы**:

– связь между результатами обучающихся общеобразовательных организаций Воронежской области, принявших участие в мониторинге индивидуальных учебных достижений по учебному предмету «Русский язык 6 класс», в % от максимального балла, и по учебному предмету «Комплексная работа 6 класс», в % от максимального балла, является **прямой и заметной**;

– связь между результатами обучающихся общеобразовательных организаций Воронежской области, принявших участие в мониторинге индивидуальных учебных достижений по учебному предмету «Русский язык 6 класс», в % от максимального балла, и по учебному предмету «Математика 6 класс», в % от максимального балла, является **прямой и заметной**;

– связь между результатами обучающихся общеобразовательных организаций Воронежской области, принявших участие в мониторинге индивидуальных учебных достижений по учебному предмету «Русский язык 6 класс», в % от максимального балла, и по учебному предмету «Обществознание 6 класс», в % от максимального балла, является **прямой и заметной**.

В соответствии со **вторым этапом** построены регрессии и выявлены математические выражения, характеризующие закономерности отношений между результатами индивидуальных учебных достижений обучающихся 7 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке предметных результатов по русскому языку, метапредметных результатов и предметных результаты по математике и обществознанию за 6 класс

на уровне основного общего образования. Для проведения регрессионного анализа было использовано программное средство IBM SPSS Statistics.

В таблице 78 представлен расчет коэффициентов регрессии соотношения результатов индивидуальных учебных достижений обучающихся 7 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке предметных результатов по русскому языку за 6 класс и метапредметных результатов на уровне основного общего образования. На основе расчета определены значения константы и коэффициента с указанием уровней значимости и доверительных интервалов.

Таблица 78

Расчет коэффициентов регрессии

Модель		Коэффициенты						
		Нестандартизованные коэффициенты		Стандартизованные коэффициенты	t	Значимость	95,0% Доверительный интервал для B	
		B	Стандартная ошибка	Бета			Нижняя граница	Верхняя граница
1	(Константа)	27,470	,413		66,522	,000	26,660	28,279
	Русский_язык_6_класс	,446	,008	,543	54,968	,000	,430	,462

Итоговое уравнение регрессии для выявления взаимосвязи результатов индивидуальных учебных достижений обучающихся 7 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке предметных результатов по русскому языку за 6 класс и метапредметных результатов на уровне основного общего образования определяется формулой:

$$y = 27,47 + 0,446x \quad (24)$$

Значение коэффициента показывает, что при увеличении предметного результата по учебному предмету «Русский язык 6 класс» на 1% значение метапредметных результатов обучающихся увеличивается на 0,446%.

Значение стандартизованного коэффициента (27,47) показывает, на сколько стандартных отклонений увеличивается значение метапредметных результатов при увеличении значения предметных результатов по учебному предмету «Русский язык 6 класс» на одно стандартное отклонение. Расчет 95% доверительных интервалов для коэффициента регрессии и константы (см. табл. 78), показывает, что в случае представления данной выборки в виде генеральной совокупности коэффициент для нее с 95% надежностью будет находиться в пределах от 0,43 до 0,462.

Вычисленное значение t-критерия Стьюдента $t = 54,968$ (что больше $t_{\text{критическое}} = 1,960293$), поэтому нулевая гипотеза отклоняется. Кроме того, уровень значимости $p < 0,001$, поэтому нулевая гипотеза отклоняется снова. Следовательно, между результатами индивидуальных учебных достижений обучающихся 7 классов общеобразовательных организаций Воро-

нежской области по оценке предметных результатов по учебному предмету «Русский язык 6 класс» и метапредметных результатов существует статистически значимая линейная зависимость.

В таблице 79 представлены общие сведения о регрессионной модели. Коэффициент детерминации R-квадрат равен 0,295. Это означает, что 29,5% вариаций метапредметных результатов обучающихся 7 классов изменяются при соответствующих вариациях предметных результатов обучающихся 7 классов по русскому языку общеобразовательных организаций Воронежской области.

Таблица 79

Общие данные о регрессионной модели

Сводка для модели										
Мо- дель	R	R- квад- рат	Скор- ректи- рован- ный R- квадрат	Стан- дартная ошибка оценки	Статистика изменений					Дарбин- Уотсон
					Изме- нение R квад- квад- рат	Измене- ние F	ст.св. 1	ст.св. 2	Знач. Измене- ние F	
1	,543	,295	,295	12,08542	,295	3021,476	1	7211	,000	1,960

Значение критерия Дарбина-Уотсона, проверяющего выполнение условия независимости наблюдений, находится в пределах $1 < 1,96 < 3$, что свидетельствует о том, что соблюдается условие независимости остатков [2], и соответственно, прогнозирование с помощью метода наименьших квадратов не нарушается. Следовательно, данная модель простой линейной регрессии является адекватной, между переменными существует линейная зависимость.

На рис. 93 представлена линия регрессии, отражающая характер взаимосвязи результатов индивидуальных учебных достижений обучающихся 7 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке предметных результатов по русскому языку за 6 класс и метапредметных результатов на уровне основного общего образования.

Таблица 80 отражает результаты однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA) для определения наличия или отсутствия взаимосвязи между переменными.

Таблица 80

Результаты однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA)

ANOVA						
Модель		Сумма квадратов	ст.св.	Средний квадрат	F	Значимость
1	Регрессия	441309,190	1	441309,190	3021,476	,000
	Остаток	1053220,560	7211	146,057		
	Всего	1494529,750	7212			

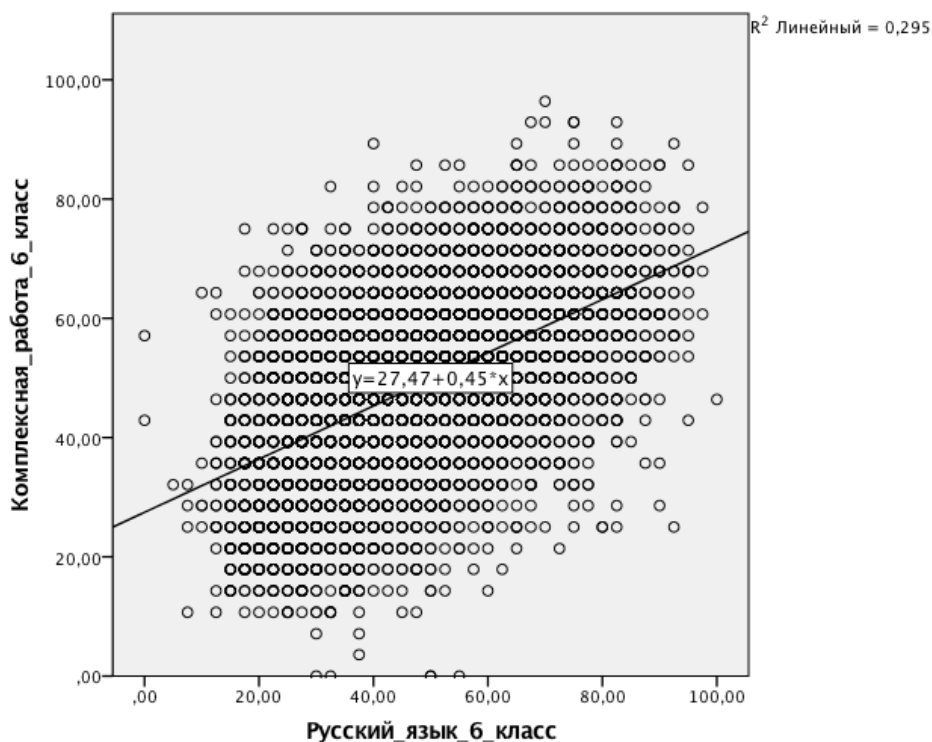


Рис. 93. Регрессия соотношения результатов индивидуальных учебных достижений обучающихся 7 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке предметных результатов по русскому языку за 6 класс и метапредметных результатов на уровне основного общего образования

Значение F-критерия (табл. 80) равно 3021,476 (что больше $F_{\text{критическое}} = 3,84274872$), соответствует достигнутому уровню значимости $p < 0,001$, следовательно, нулевая гипотеза об отсутствии взаимосвязи между переменными отвергается [2]. Таким образом, результаты индивидуальных учебных достижений обучающихся 7 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке предметных результатов по учебному предмету «Русский язык 6 класс» и метапредметных результатов и тесно связаны.

Для подтверждения правомерности применения линейного регрессионного анализа для данной регрессионной модели распределение остатков представляет форму нормального распределения (рис. 94), график регрессии стандартизованных остатков (рис. 95) представляет собой прямую линию, что говорит о нормальном распределении остатков, а значит, и о соблюдении этого условия проведения линейного регрессионного анализа [2].



Рис. 94. Гистограмма стандартизованных остатков



Рис. 95. График регрессии стандартизованных остатков

Также обязательным требованием к применению линейного регрессионного анализа является выполнение условия гомоскедастичности, которое должно обеспечивать одинаковый разброс значений зависимой переменной для любых значений независимой переменной. Представленная диаграмма рассеяния разброса стандартизованных остатков в зависимости от стандартизованных предсказанных значений (рис. 96) показывает, что разброс стандартизованных остатков приблизительно одинаков для всех значений стандартизованной предсказанной величины, то есть соблюдается условие гомоскедастичности [2].

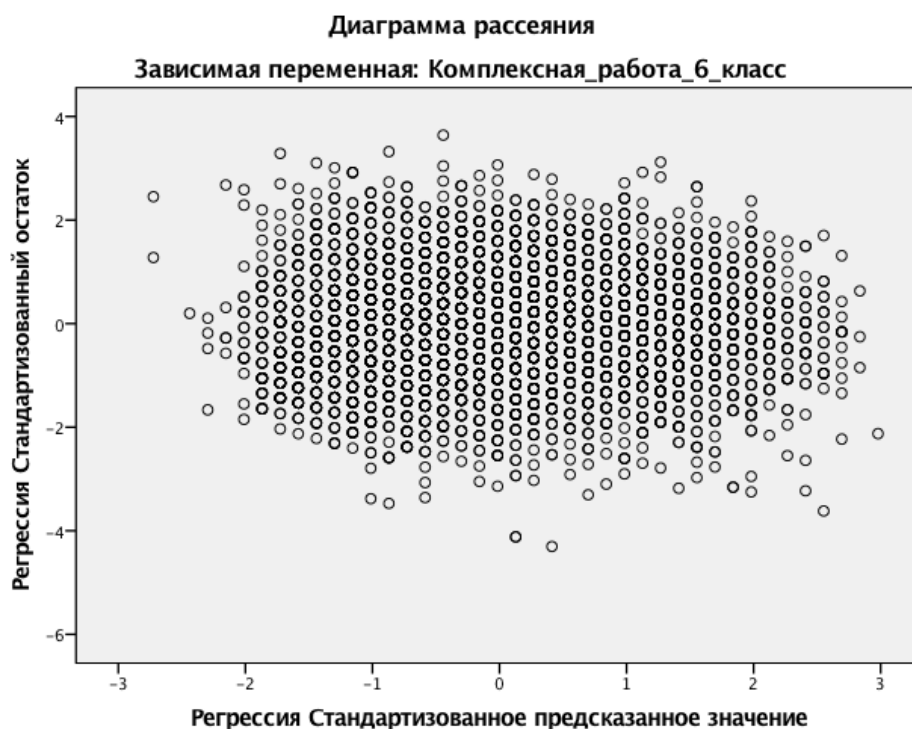


Рис. 96. Диаграмма рассеяния разброса стандартизованных остатков в зависимости от стандартизованных предсказанных значений

Построены регрессии и выявлены математические выражения, характеризующие закономерности отношений между результатами индивидуальных учебных достижений обучающихся 7 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке предметных результатов по русскому языку и математике за 6 класс на уровне основного общего образования.

В таблице 81 представлен расчет коэффициентов регрессии соотношения результатов индивидуальных учебных достижений обучающихся 7 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке предметных результатов по русскому языку и математике за 6 класс на уровне основного общего образования. На основе расчета определены значения константы и коэффициента с указанием уровней значимости и доверительных интервалов.

Таблица 81

Расчет коэффициентов регрессии

Коэффициенты								
Модель	Нестандартизованные коэффициенты		Стандартизованные коэффициенты	t	Значимость	95,0% Доверительный интервал для B		
	B	Стандартная ошибка	Бета			Нижняя граница	Верхняя граница	
1	(Константа)	9,096	,418					
	Русский_язык_6_класс	,459	,008	,551	56,008	,000	8,277	9,914
							,443	,476

Итоговое уравнение регрессии для выявления взаимосвязи результатов индивидуальных учебных достижений обучающихся 7 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке метапредметных результатов и предметных результатов по математике за 6 класс на уровне основного общего образования определяется формулой:

$$y = 9,096 + 0,459x \quad (25)$$

Значение коэффициента показывает, что при увеличении предметного результата обучающихся по учебному предмету «Русский язык 6 класс» на 1% значение предметных результатов по учебному предмету «Математика 6 класс» увеличивается на 0,459%.

Значение стандартизованного коэффициента (9,096) показывает, на сколько стандартных отклонений увеличивается значение предметных результатов по учебному предмету «Математика 6 класс» при увеличении значения предметных результатов по учебному предмету «Русский язык 6 класс» на одно стандартное отклонение. Расчет 95% доверительных интервалов для коэффициента регрессии и константы (см. табл. 81), показывает, что в случае представления данной выборки в виде генеральной совокуп-

ности коэффициент для нее с 95% надежностью будет находиться в пределах от 0,443 до 0,476.

Вычисленное значение t-критерия Стьюдента $t = 56,008$ (что больше $t_{\text{критическое}} = 1,960293$), поэтому нулевая гипотеза отклоняется. Кроме того, уровень значимости $p < 0,001$, поэтому нулевая гипотеза отклоняется снова. Следовательно, между результатами индивидуальных учебных достижений обучающихся 7 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке предметных результатов по учебному предмету «Русский язык 6 класс» и учебному предмету «Математика 6 класс» существует статистически значимая линейная зависимость.

В таблице 82 представлены общие сведения о регрессионной модели. Коэффициент детерминации R-квадрат равен 0,303. Это означает, что 30,3% вариаций предметных результатов обучающихся 7 классов по математике изменяются при соответствующих вариациях предметных результатов по русскому языку обучающихся 7 классов общеобразовательных организаций Воронежской области.

Таблица 82

Общие данные о регрессионной модели

Сводка для модели										
Мо- дель	R	R- квад- рат	Скор- ректи- рован- ный R- квадрат	Стан- дартная ошибка оценки	Статистика изменений					Дарбин- Уотсон
					Изме- нение R квад- квад- рат	Измене- ние F	ст.св. 1	ст.св. 2	Знач. Измене- ние F	
1	,551	,303	,303	12,20863	,303	3136,946	1	7212	,000	1,883

Значение критерия Дарбина-Уотсона, проверяющего выполнение условия независимости наблюдений, находится в пределах $1 < 1,883 < 3$, что свидетельствует о том, что соблюдается условие независимости остатков [2], и соответственно, прогнозирование с помощью метода наименьших квадратов не нарушается. Следовательно, данная модель простой линейной регрессии является адекватной, между переменными существует линейная зависимость.

На рис. 97 представлена линия регрессии, отражающая характер взаимосвязи результатов индивидуальных учебных достижений обучающихся 7 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке предметных результатов по русскому языку и математике за 6 класс на уровне основного общего образования.

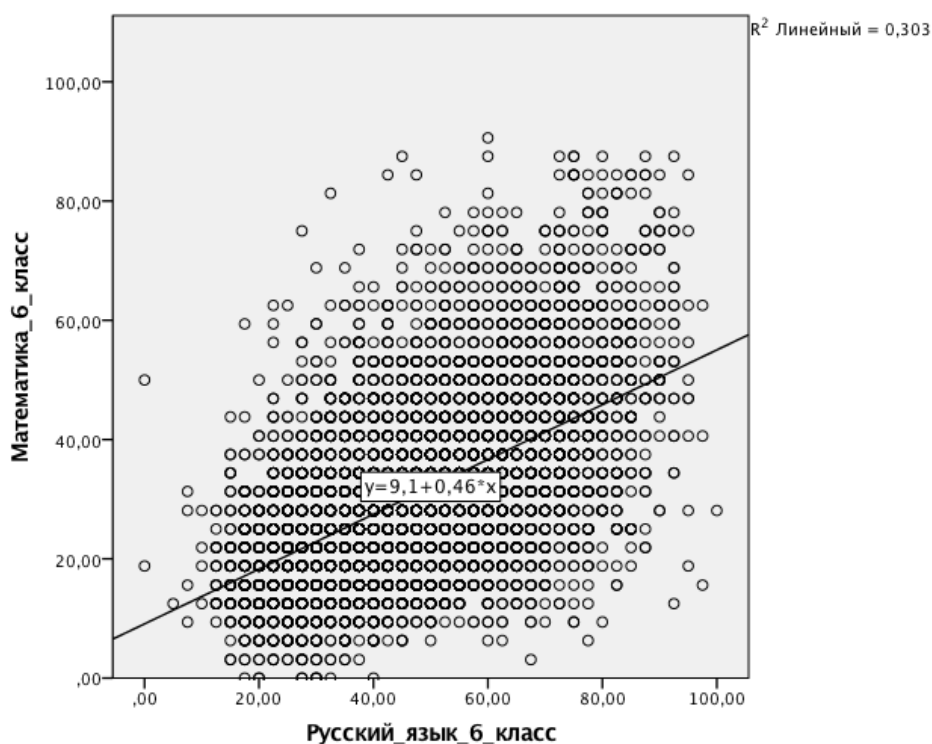


Рис. 97. Регрессия соотношения результатов индивидуальных учебных достижений обучающихся 7 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке предметных результатов по русскому языку и математике за 6 класс на уровне основного общего образования

Таблица 83 отражает результаты однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA) для определения наличия или отсутствия взаимосвязи между переменными.

Таблица 83

Результаты однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA)

ANOVA						
Модель		Сумма квадратов	ст. св.	Средний квадрат	F	Значимость
1	Регрессия	467564,105	1	467564,105	3136,946	,000
	Остаток	1074953,908	7212	149,051		
	Всего	1542518,013	7213			

Значение F-критерия (табл. 83) равно 3136,946 (что больше $F_{\text{критическое}} = 3,84274854$), соответствует достигнутому уровню значимости $p < 0,001$, следовательно, нулевая гипотеза об отсутствии взаимосвязи между переменными отвергается [2]. Таким образом, результаты индивидуальных учебных достижений обучающихся 7 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке предметных результатов по учебному предмету «Русский язык 6 класс» и учебному предмету «Математика 6 класс» тесно связаны.

Для подтверждения правомерности применения линейного регрессионного анализа для данной регрессионной модели распределение остатков представляет форму нормального распределения (рис. 98), график регрессии стандартизованных остатков (рис. 99) представляет собой практически прямую линию, что говорит о нормальном распределении остатков, а значит, и о соблюдении этого условия проведения линейного регрессионного анализа [2].



Рис. 98. Гистограмма стандартизованных остатков



Рис. 99. График регрессии стандартизованных остатков

Также обязательным требованием к применению линейного регрессионного анализа является выполнение условия гомоскедастичности, которое должно обеспечивать одинаковый разброс значений зависимой переменной для любых значений независимой переменной. Представленная диаграмма рассеяния разброса стандартизованных остатков в зависимости от стандартизованных предсказанных значений (рис. 100) показывает, что разброс стандартизованных остатков приблизительно одинаков для всех значений стандартизованной предсказанной величины, то есть соблюдается условие гомоскедастичности [2].

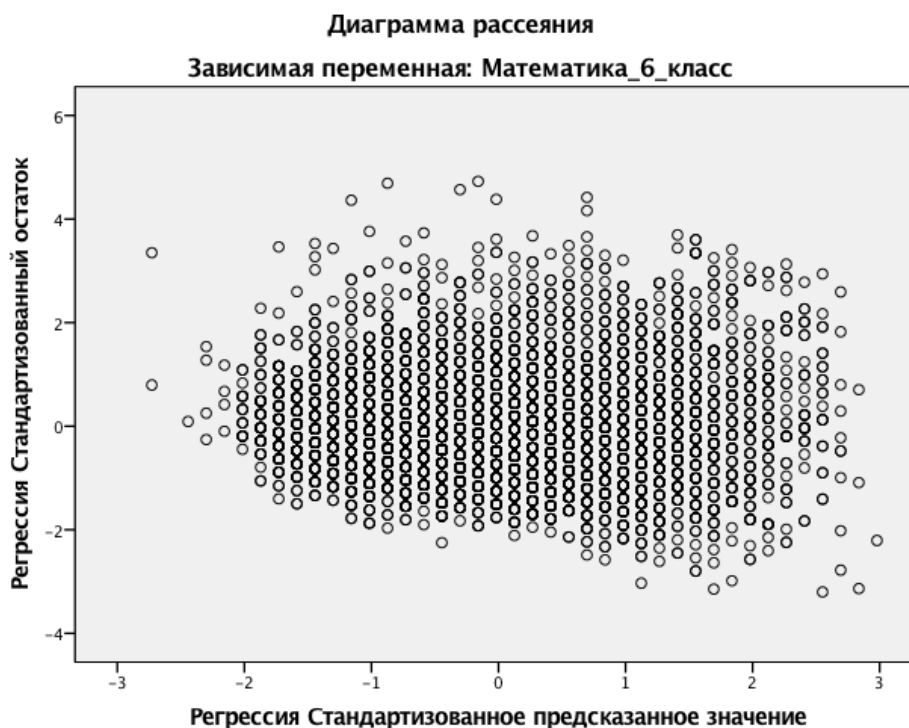


Рис. 100. Диаграмма рассеяния разброса стандартизованных остатков в зависимости от стандартизованных предсказанных значений

Построены регрессии и выявлены математические выражения, характеризующие закономерности отношений между результатами индивидуальных учебных достижений обучающихся 7 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке предметных результатов по русскому языку и обществознанию за 6 класс на уровне основного общего образования.

В таблице 84 представлен расчет коэффициентов регрессии соотношения результатов индивидуальных учебных достижений обучающихся 7 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке предметных результатов по русскому языку и обществознанию за 6 класс на уровне основного общего образования. На основе расчета определены значения константы и коэффициента с указанием уровней значимости и доверительных интервалов.

Итоговое уравнение регрессии для выявления взаимосвязи результатов индивидуальных учебных достижений обучающихся 7 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке предметных результатов по русскому языку и обществознанию за 6 класс на уровне основного общего образования определяется формулой:

$$y = 39,284 + 0,42x \quad (26)$$

Таблица 84

Расчет коэффициентов регрессии

Коэффициенты								
Модель		Нестандартизованные коэффициенты		Стандартизованные коэффициенты	t	Значимость	95,0% Доверительный интервал для B	
		B	Стандартная ошибка				Бета	Нижняя граница
1	(Константа)	39,284	,431		91,113	,000	38,439	40,129
	Русский_язык_6_класс	,420	,008	,509	49,575	,000	,403	,436

Значение коэффициента показывает, что при увеличении предметного результата обучающихся по учебному предмету «Русский язык 6 класс» на 1% значение предметных результатов по учебному предмету «Обществознание 6 класс» увеличивается на 0,42%.

Значение стандартизованного коэффициента (39,284) показывает, на сколько стандартных отклонений увеличивается значение предметных результатов по учебному предмету «Обществознание 6 класс» при увеличении значения предметных результатов по учебному предмету «Русский язык 6 класс» на одно стандартное отклонение. Расчет 95% доверительных интервалов для коэффициента регрессии и константы (см. табл. 84), показывает, что в случае представления данной выборки в виде генеральной совокупности коэффициент для нее с 95% надежностью будет находиться в пределах от 0,403 до 0,436.

Вычисленное значение t-критерия Стьюдента $t = 49,575$ (что больше $t_{\text{критическое}} = 1,9603023$), поэтому нулевая гипотеза отклоняется. Кроме того, уровень значимости $p < 0,001$, поэтому нулевая гипотеза отклоняется снова. Следовательно, между результатами индивидуальных учебных достижений обучающихся 7 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке предметных результатов по учебному предмету «Русский язык 6 класс» и «Обществознание 6 класс» существует статистически значимая линейная зависимость.

В таблице 85 представлены общие сведения о регрессионной модели.

Таблица 85

Общие данные о регрессионной модели

Сводка для модели										
Модель	R	R-квадрат	Скорректированный R-квадрат	Стандартная ошибка оценки	Статистика изменений					Дарбин-Уотсон
					Изменение R квадрат	Изменение F	ст.св. 1	ст.св. 2	Знач. Изменение F	
1	,509	,260	,259	12,45330	,260	2457,699	1	7013	,000	1,944

Коэффициент детерминации R-квадрат равен 0,26. Это означает, что 26% вариаций предметных результатов обучающихся 7 классов по обществознанию изменяются при соответствующих вариациях предметных результатов по русскому языку обучающихся 7 классов общеобразовательных организаций Воронежской области.

Значение критерия Дарбина-Уотсона, проверяющего выполнение условия независимости наблюдений, находится в пределах $1 < 1,944 < 3$, что свидетельствует о том, что соблюдается условие независимости остатков [2], и соответственно, прогнозирование с помощью метода наименьших квадратов не нарушается. Следовательно, данная модель простой линейной регрессии является адекватной, между переменными существует линейная зависимость.

На рис. 101 представлена линия регрессии, отражающая характер взаимосвязи результатов индивидуальных учебных достижений обучающихся 7 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке предметных результатов по русскому языку и обществознанию за 6 класс на уровне основного общего образования.

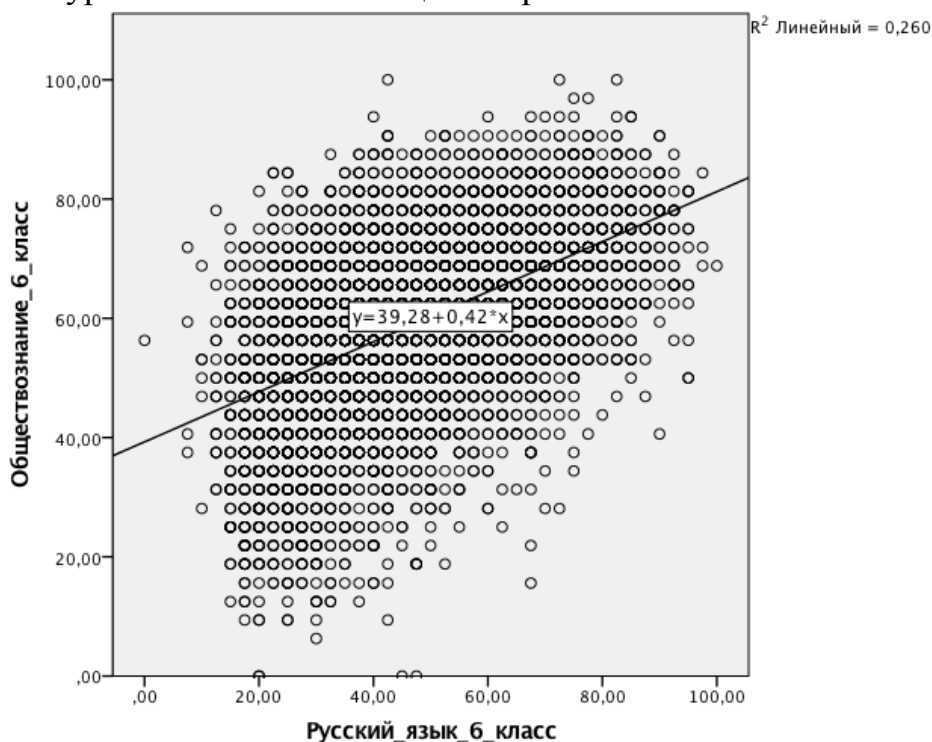


Рис. 101. Регрессия соотношения результатов индивидуальных учебных достижений обучающихся 7 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке предметных результатов по русскому языку и обществознанию за 6 класс на уровне основного общего образования

Таблица 86 отражает результаты однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA) для определения наличия или отсутствия взаимосвязи между переменными.

Таблица 86

Результаты однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA)

ANOVA						
Модель		Сумма квадратов	ст.св.	Средний квадрат	F	Значимость
1	Регрессия	381151,310	1	381151,310	2457,699	,000
	Остаток	1087608,381	7013	155,085		
	Всего	1468759,691	7014			

Значение F-критерия (табл. 86) равно 2457,699 (что больше $F_{\text{критическое}} = 3,84278515$), соответствует достигнутому уровню значимости $p < 0,001$, следовательно, нулевая гипотеза об отсутствии взаимосвязи между переменными отвергается [2]. Таким образом, результаты индивидуальных учебных достижений обучающихся 7 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке предметных результатов по учебному предмету «Русский язык 6 класс» и «Обществознание 6 класс» тесно связаны.

Для подтверждения правомерности применения линейного регрессионного анализа для данной регрессионной модели распределение остатков представляет форму нормального распределения (рис. 102), график регрессии стандартизованных остатков (рис. 103) представляет собой прямую линию, что говорит о нормальном распределении остатков, а значит, и о соблюдении этого условия проведения линейного регрессионного анализа [2].



Рис. 102. Гистограмма стандартизованных остатков



Рис. 103. График регрессии стандартизованных остатков

Также обязательным требованием к применению линейного регрессионного анализа является выполнение условия гомоскедастичности, которое должно обеспечивать одинаковый разброс значений зависимой пере-

менной для любых значений независимой переменной. Представленная диаграмма рассеяния разброса стандартизованных остатков в зависимости от стандартизованных предсказанных значений (рис. 104) показывает, что разброс стандартизованных остатков приблизительно одинаков для всех значений стандартизованной предсказанной величины, то есть соблюдается условие гомоскедастичности [2].



Рис. 104. Диаграмма рассеяния разброса стандартизованных остатков в зависимости от стандартизованных предсказанных значений

Таким образом, проведенный анализ влияния предметных результатов по русскому языку на метапредметные результаты и предметные результаты по математике и обществознанию за 6 класс показал:

- между предметными результатами по русскому языку и метапредметными результатами и предметными результатами по математике и обществознанию за 6 класс существует прямая и заметная связь;
- между предметными результатами по русскому языку и метапредметными результатами и предметными результатами по математике и обществознанию за 6 класс существует статистически значимая положительная линейная зависимость;
- 29,5% вариаций метапредметных результатов обучающихся 7 классов изменяются при соответствующих вариациях предметных результатов обучающихся 7 классов по русскому языку общеобразовательных организаций Воронежской области;
- 30,3% вариаций предметных результатов обучающихся 7 классов по математике изменяются при соответствующих вариациях предметных ре-

зультатов по русскому языку обучающихся 7 классов общеобразовательных организаций Воронежской области;

– 26% вариаций предметных результатов обучающихся 7 классов по обществознанию изменяются при соответствующих вариациях предметных результатов по русскому языку обучающихся 7 классов общеобразовательных организаций Воронежской области.

2.4. Исследование влияния предметных результатов по русскому языку на метапредметные и предметные результаты обучающихся 8 классов

У обучающихся 8 классов из 216 общеобразовательных организаций Воронежской области оценивался уровень сформированности планируемых метапредметных (комплексная работа) и предметных результатов (по русскому языку, математике и обществознанию) за 7 класс при реализации основной образовательной программы основного общего образования. В мониторинге приняло участие:

– 7564 обучающихся 8 классов, у которых оценивались уровень сформированности предметных результатов по русскому языку и метапредметных результатов комплексной работой за 7 класс;

– 7485 обучающихся 8 классов, у которых оценивались уровень сформированности предметных результатов по русскому языку и предметных результатов по математике за 7 класс;

– 7263 обучающихся 8 классов, у которых оценивались уровень сформированности предметных результатов по русскому языку и предметных результатов по обществознанию за 7 класс.

Результаты МИУД обучающихся 8 классов по оценке метапредметных и предметных результатов за 7 класс на уровне основного общего образования представлены в соответствующем отчете [6].

Для проведения оценки влияния предметных результатов по русскому языку на метапредметные результаты и предметные результаты по математике и обществознанию за 7 класс при проведении входного мониторинга индивидуальных учебных достижений обучающихся 8 классов нами использованы статистические методы – корреляционно-регрессионный и однофакторный дисперсионный анализы. Данные методы в своей совокупности позволяют выявить внутренние связи и закономерности влияния предметных результатов по русскому языку на метапредметные результаты, на предметные результаты по математике и обществознанию за 7 класс.

Расчеты проведены в соответствии со следующими этапами:

1. Построение корреляционной матрицы и оценка характера связи между переменными.

2. Построение регрессии и выявление математических выражений, характеризующих закономерности отношений между переменными.

В ходе **первого этапа** на основе агрегации данных были получены следующие значения корреляции (табл. 87).

Таблица 87

Корреляционная матрица взаимосвязи результатов мониторинга индивидуальных учебных достижений обучающихся 8 классов по оценке предметных и метапредметных результатов за 7 класс на уровне основного общего образования

	Русский язык 7 класс
Комплексная работа 7 класс	0,513
Математика 7 класс	0,564
Обществознание 7 класс	0,475

Исходя из расчетов, представленных в корреляционной матрице (таблица 87), и с учетом шкалы Чеддока [1] для оценки корреляции, можно сделать следующие **выводы**:

– связь между результатами обучающихся общеобразовательных организаций Воронежской области, принявших участие в мониторинге индивидуальных учебных достижений по учебному предмету «Русский язык 7 класс», в % от максимального балла, и по учебному предмету «Комплексная работа 7 класс», в % от максимального балла, является **прямой и заметной**;

– связь между результатами обучающихся общеобразовательных организаций Воронежской области, принявших участие в мониторинге индивидуальных учебных достижений по учебному предмету «Русский язык 7 класс», в % от максимального балла, и по учебному предмету «Математика 7 класс», в % от максимального балла, является **прямой и заметной**;

– связь между результатами обучающихся общеобразовательных организаций Воронежской области, принявших участие в мониторинге индивидуальных учебных достижений по учебному предмету «Русский язык 7 класс», в % от максимального балла, и по учебному предмету «Обществознание 7 класс», в % от максимального балла, является **прямой и умеренной**.

В соответствии со **вторым этапом** построены регрессии и выявлены математические выражения, характеризующие закономерности отношений между результатами индивидуальных учебных достижений обучающихся 8 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке предметных результатов по русскому языку, метапредметных результатов и предметных результаты по математике и обществознанию за 7 класс на уровне основного общего образования. Для проведения регрессионного анализа было использовано программное средство IBM SPSS Statistics.

В таблице 88 представлен расчет коэффициентов регрессии соотношения результатов индивидуальных учебных достижений обучающихся 8 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оцен-

ке предметных результатов по русскому языку за 7 класс и метапредметных результатов на уровне основного общего образования. На основе расчета определены значения константы и коэффициента с указанием уровней значимости и доверительных интервалов.

Таблица 88

Расчет коэффициентов регрессии

Коэффициенты								
Модель		Нестандартизованные коэффициенты		Стандартизованные коэффициенты	t	Значимость	95,0% Доверительный интервал для B	
		B	Стандартная ошибка				Бета	Нижняя граница
1	(Константа)	30,251	,390		77,563	,000	29,487	31,016
	Русский_язык_7_класс	,496	,010	,513	51,932	,000	,477	,515

Итоговое уравнение регрессии для выявления взаимосвязи результатов индивидуальных учебных достижений обучающихся 8 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке предметных результатов по русскому языку за 7 класс и метапредметных результатов на уровне основного общего образования определяется формулой:

$$y = 30,251 + 0,496x \quad (27)$$

Значение коэффициента показывает, что при увеличении предметного результата по учебному предмету «Русский язык 7 класс» на 1% значение метапредметных результатов обучающихся увеличивается на 0,496%.

Значение стандартизованного коэффициента (30,251) показывает, на сколько стандартных отклонений увеличивается значение метапредметных результатов при увеличении значения предметных результатов по учебному предмету «Русский язык 7 класс» на одно стандартное отклонение. Расчет 95% доверительных интервалов для коэффициента регрессии и константы (см. табл. 88), показывает, что в случае представления данной выборки в виде генеральной совокупности коэффициент для нее с 95% надежностью будет находиться в пределах от 0,477 до 0,515.

Вычисленное значение t-критерия Стьюдента $t = 51,932$ (что больше $t_{\text{критическое}} = 1,9602777$), поэтому нулевая гипотеза отклоняется. Кроме того, уровень значимости $p < 0,001$, поэтому нулевая гипотеза отклоняется снова. Следовательно, между результатами индивидуальных учебных достижений обучающихся 8 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке предметных результатов по учебному предмету «Русский язык 7 класс» и метапредметных результатов существует статистически значимая линейная зависимость.

В таблице 89 представлены общие сведения о регрессионной модели. Коэффициент детерминации R-квадрат равен 0,263. Это означает, что

26,3% вариаций метапредметных результатов обучающихся 8 классов изменяются при соответствующих вариациях предметных результатов обучающихся 8 классов по русскому языку общеобразовательных организаций Воронежской области.

Таблица 89

Общие данные о регрессионной модели

Сводка для модели										
Мо- дель	R	R- квад- рат	Скор- ректи- рован- ный R- квадрат	Стан- дартная ошибка оценки	Статистика изменений					Дарбин- Уотсон
					Изме- нение R квад- квadrat	Измене- ние F	ст.св. 1	ст.св. 2	Знач. Измене- ние F	
1	,513	,263	,263	13,65883	,263	2696,960	1	7562	,000	1,931

Значение критерия Дарбина-Уотсона, проверяющего выполнение условия независимости наблюдений, находится в пределах $1 < 1,931 < 3$, что свидетельствует о том, что соблюдается условие независимости остатков [2], и соответственно, прогнозирование с помощью метода наименьших квадратов не нарушается. Следовательно, данная модель простой линейной регрессии является адекватной, между переменными существует линейная зависимость.

На рис. 105 представлена линия регрессии, отражающая характер взаимосвязи результатов индивидуальных учебных достижений обучающихся 8 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке предметных результатов по русскому языку за 7 класс и метапредметных результатов на уровне основного общего образования.

Таблица 90 отражает результаты однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA) для определения наличия или отсутствия взаимосвязи между переменными.

Таблица 90

Результаты однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA)

ANOVA						
Модель		Сумма квадратов	ст.св.	Средний квадрат	F	Значимость
1	Регрессия	503154,736	1	503154,736	2696,960	,000
	Остаток	1410794,650	7562	186,564		
	Всего	1913949,387	7563			

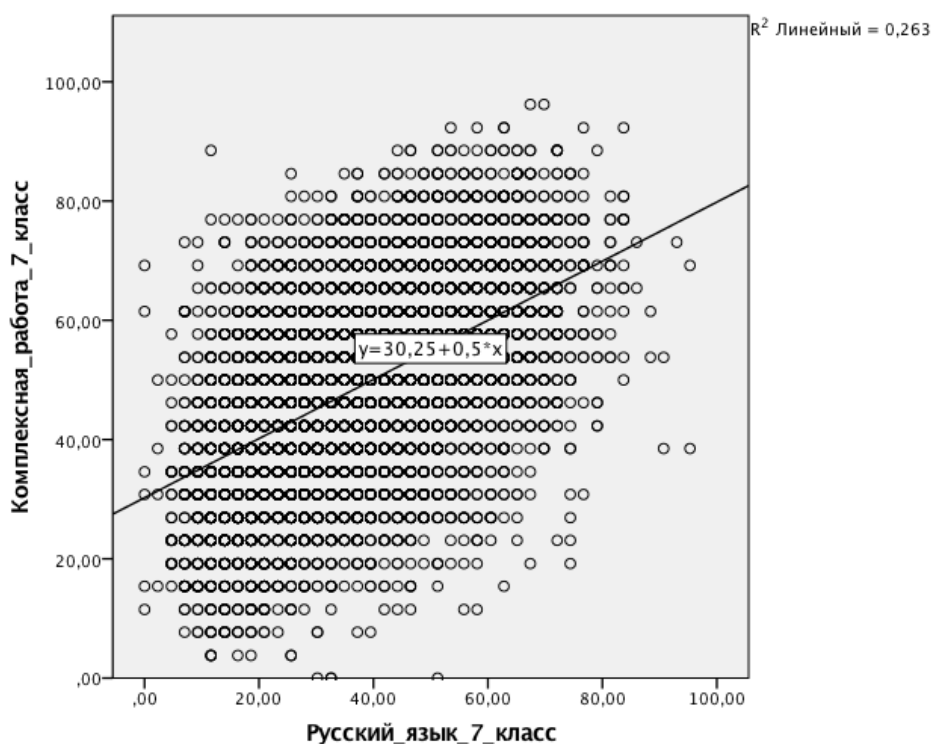


Рис. 105. Регрессия соотношения результатов индивидуальных учебных достижений обучающихся 8 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке предметных результатов по русскому языку за 7 класс и метапредметных результатов на уровне основного общего образования

Значение F-критерия (табл. 90) равно 2696,96 (что больше $F_{\text{критическое}} = 3,84268883$), соответствует достигнутому уровню значимости $p < 0,001$, следовательно, нулевая гипотеза об отсутствии взаимосвязи между переменными отвергается [2]. Таким образом, результаты индивидуальных учебных достижений обучающихся 8 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке предметных результатов по учебному предмету «Русский язык 7 класс» и метапредметных результатов и тесно связаны.

Для подтверждения правомерности применения линейного регрессионного анализа для данной регрессионной модели распределение остатков представляет форму нормального распределения (рис. 106), график регрессии стандартизованных остатков (рис. 107) представляет собой прямую линию, что говорит о нормальном распределении остатков, а значит, и о соблюдении этого условия проведения линейного регрессионного анализа [2].



Рис. 106. Гистограмма стандартизованных остатков



Рис. 107. График регрессии стандартизованных остатков

Также обязательным требованием к применению линейного регрессионного анализа является выполнение условия гомоскедастичности, которое должно обеспечивать одинаковый разброс значений зависимой переменной для любых значений независимой переменной. Представленная диаграмма рассеяния разброса стандартизованных остатков в зависимости от стандартизованных предсказанных значений (рис. 108) показывает, что разброс стандартизованных остатков приблизительно одинаков для всех значений стандартизованной предсказанной величины, то есть соблюдается условие гомоскедастичности [2].

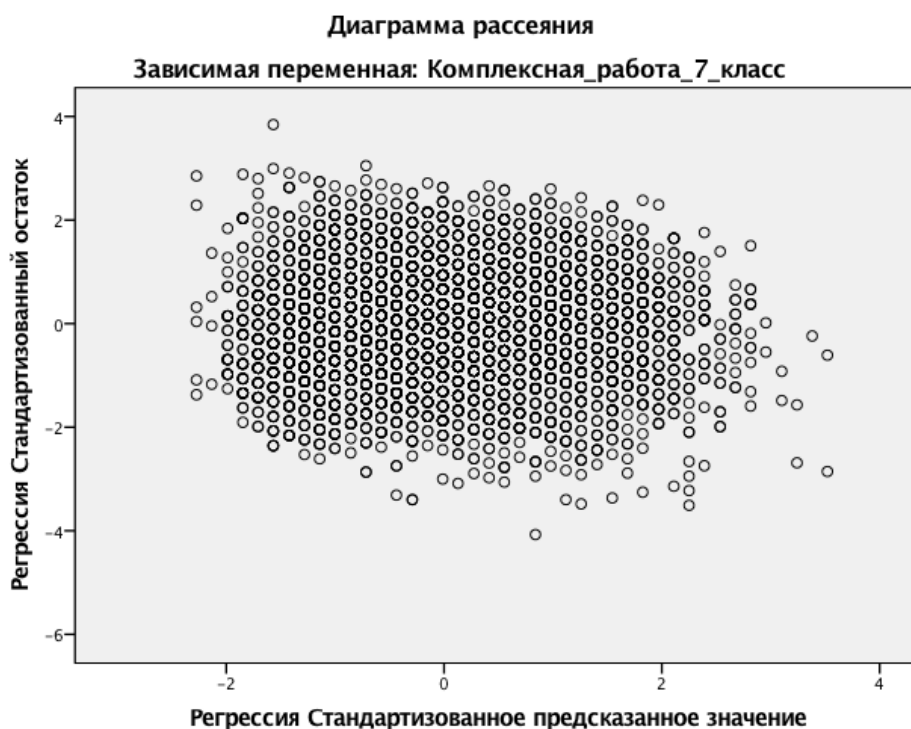


Рис. 108. Диаграмма рассеяния разброса стандартизованных остатков в зависимости от стандартизованных предсказанных значений

Построены регрессии и выявлены математические выражения, характеризующие закономерности отношений между результатами индивидуальных учебных достижений обучающихся 8 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке предметных результатов по русскому языку и математике за 7 класс на уровне основного общего образования.

В таблице 91 представлен расчет коэффициентов регрессии соотношения результатов индивидуальных учебных достижений обучающихся 8 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке предметных результатов по русскому языку и математике за 7 класс на уровне основного общего образования. На основе расчета определены значения константы и коэффициента с указанием уровней значимости и доверительных интервалов.

Таблица 91

Расчет коэффициентов регрессии

Коэффициенты								
Модель	Нестандартизованные коэффициенты		Стандартизованные коэффициенты	t	Значимость	95,0% Доверительный интервал для B		
	B	Стандартная ошибка	Бета			Нижняя граница	Верхняя граница	
1	(Константа)	14,147	,467					
	Русский_язык_7_класс	,672	,011	,564	30,326	,000	13,233	15,062
					59,054	,000	,649	,694

Итоговое уравнение регрессии для выявления взаимосвязи результатов индивидуальных учебных достижений обучающихся 8 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке метапредметных результатов и предметных результатов по математике за 7 класс на уровне основного общего образования определяется формулой:

$$y = 14,147 + 0,672x \quad (28)$$

Значение коэффициента показывает, что при увеличении предметного результата обучающихся по учебному предмету «Русский язык 7 класс» на 1% значение предметных результатов по учебному предмету «Математика 7 класс» увеличивается на 0,672%.

Значение стандартизованного коэффициента (14,147) показывает, на сколько стандартных отклонений увеличивается значение предметных результатов по учебному предмету «Математика 7 класс» при увеличении значения предметных результатов по учебному предмету «Русский язык 7 класс» на одно стандартное отклонение. Расчет 95% доверительных интервалов для коэффициента регрессии и константы (см. табл. 91), показывает, что в случае представления данной выборки в виде генеральной совокуп-

ности коэффициент для нее с 95% надежностью будет находиться в пределах от 0,649 до 0,694.

Вычисленное значение t-критерия Стьюдента $t = 59,054$ (что больше $t_{\text{критическое}} = 1,9602811$), поэтому нулевая гипотеза отклоняется. Кроме того, уровень значимости $p < 0,001$, поэтому нулевая гипотеза отклоняется снова. Следовательно, между результатами индивидуальных учебных достижений обучающихся 8 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке предметных результатов по учебному предмету «Русский язык 7 класс» и учебному предмету «Математика 7 класс» существует статистически значимая линейная зависимость.

В таблице 92 представлены общие сведения о регрессионной модели. Коэффициент детерминации R-квадрат равен 0,318. Это означает, что 31,8% вариаций предметных результатов обучающихся 8 классов по математике изменяются при соответствующих вариациях предметных результатов по русскому языку обучающихся 8 классов общеобразовательных организаций Воронежской области.

Таблица 92

Общие данные о регрессионной модели

Сводка для модели										
Мо- дель	R	R- квад- рат	Скор- ректи- рован- ный R- квадрат	Стан- дартная ошибка оценки	Статистика изменений					Дарбин- Уотсон
					Изме- нение R квад- квд- рат	Измене- ние F	ст.св. 1	ст.св. 2	Знач. Измене- ние F	
1	,564	,318	,318	16,23466	,318	3487,368	1	7483	,000	1,787

Значение критерия Дарбина-Уотсона, проверяющего выполнение условия независимости наблюдений, находится в пределах $1 < 1,787 < 3$, что свидетельствует о том, что соблюдается условие независимости остатков [2], и соответственно, прогнозирование с помощью метода наименьших квадратов не нарушается. Следовательно, данная модель простой линейной регрессии является адекватной, между переменными существует линейная зависимость.

На рис. 109 представлена линия регрессии, отражающая характер взаимосвязи результатов индивидуальных учебных достижений обучающихся 8 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке предметных результатов по русскому языку и математике за 7 класс на уровне основного общего образования.

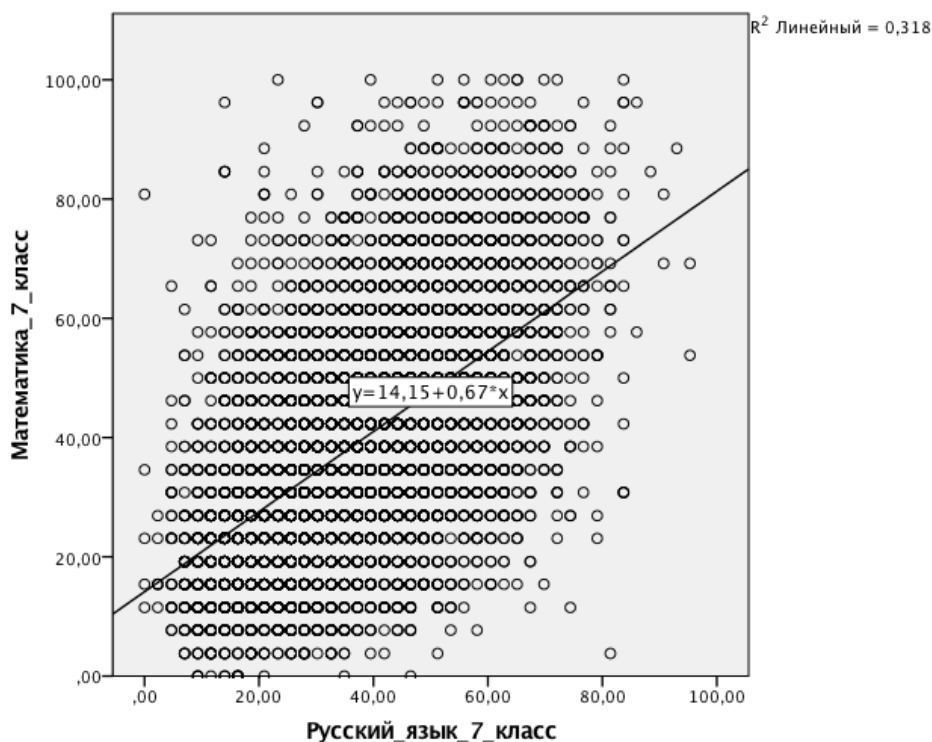


Рис. 109. Регрессия соотношения результатов индивидуальных учебных достижений обучающихся 8 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке предметных результатов по русскому языку и математике за 7 класс на уровне основного общего образования

Таблица 93 отражает результаты однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA) для определения наличия или отсутствия взаимосвязи между переменными.

Таблица 93

Результаты однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA)

ANOVA						
Модель		Сумма квадратов	ст. св.	Средний квадрат	F	Значимость
1	Регрессия	919144,902	1	919144,902	3487,368	,000
	Остаток	1972249,815	7483	263,564		
	Всего	2891394,717	7484			

Значение F-критерия (табл. 93) равно 3487,368 (что больше $F_{\text{критическое}} = 3,84270182$), соответствует достигнутому уровню значимости $p < 0,001$, следовательно, нулевая гипотеза об отсутствии взаимосвязи между переменными отвергается [2]. Таким образом, результаты индивидуальных учебных достижений обучающихся 8 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке предметных результатов по учебному предмету «Русский язык 7 класс» и учебному предмету «Математика 7 класс» тесно связаны.

Для подтверждения правомерности применения линейного регрессионного анализа для данной регрессионной модели распределение остатков представляет форму нормального распределения (рис. 110), график регрессии стандартизованных остатков (рис. 111) представляет собой практически прямую линию, что говорит о нормальном распределении остатков, а значит, и о соблюдении этого условия проведения линейного регрессионного анализа [2].

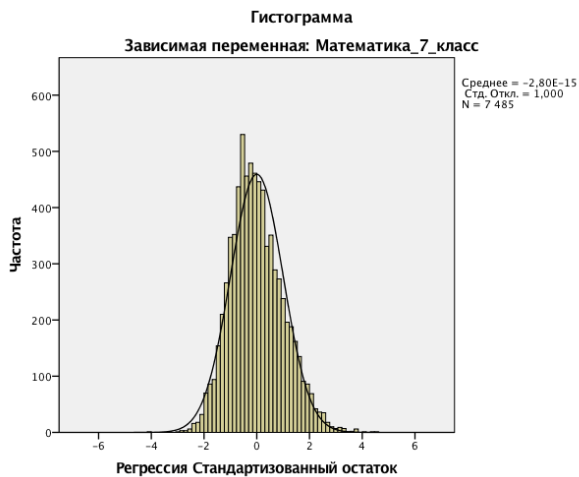


Рис. 110. Гистограмма стандартизованных остатков



Рис. 111. График регрессии стандартизованных остатков

Также обязательным требованием к применению линейного регрессионного анализа является выполнение условия гомоскедастичности, которое должно обеспечивать одинаковый разброс значений зависимой переменной для любых значений независимой переменной. Представленная диаграмма рассеяния разброса стандартизованных остатков в зависимости от стандартизованных предсказанных значений (рис. 112) показывает, что разброс стандартизованных остатков приблизительно одинаков для всех значений стандартизованной предсказанной величины, то есть соблюдается условие гомоскедастичности [2].

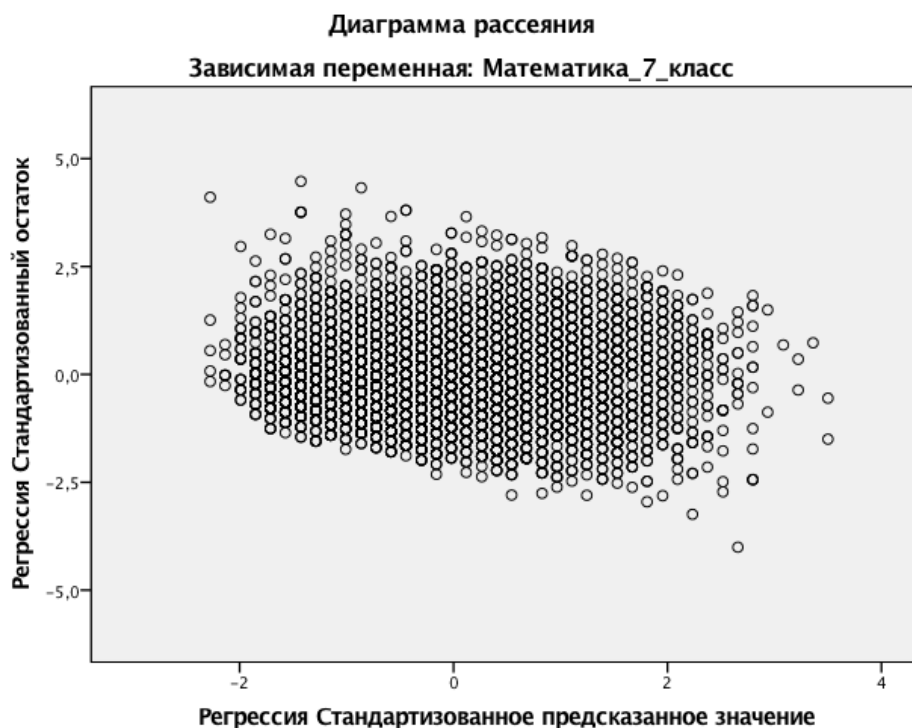


Рис. 112. Диаграмма рассеяния разброса стандартизованных остатков в зависимости от стандартизованных предсказанных значений

Построены регрессии и выявлены математические выражения, характеризующие закономерности отношений между результатами индивидуальных учебных достижений обучающихся 8 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке предметных результатов по русскому языку и обществознанию за 7 класс на уровне основного общего образования.

В таблице 94 представлен расчет коэффициентов регрессии соотношения результатов индивидуальных учебных достижений обучающихся 8 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке предметных результатов по русскому языку и обществознанию за 7 класс на уровне основного общего образования. На основе расчета определены значения константы и коэффициента с указанием уровней значимости и доверительных интервалов.

Итоговое уравнение регрессии для выявления взаимосвязи результатов индивидуальных учебных достижений обучающихся 8 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке предметных результатов по русскому языку и обществознанию за 7 класс на уровне основного общего образования определяется формулой:

$$y = 41,523 + 0,434x \quad (29)$$

Таблица 94

Расчет коэффициентов регрессии

Коэффициенты								
Модель		Нестандартизованные коэффициенты		Стандартизованные коэффициенты	t	Значимость	95,0% Доверительный интервал для B	
		B	Стандартная ошибка	Бета			Нижняя граница	Верхняя граница
1	(Константа)	41,523	,385		107,845	,000	40,768	42,278
	Русский_язык_7_класс	,434	,009	,475	46,051	,000	,415	,452

Значение коэффициента показывает, что при увеличении предметного результата обучающихся по учебному предмету «Русский язык 7 класс» на 1% значение предметных результатов по учебному предмету «Обществознание 7 класс» увеличивается на 0,434%.

Значение стандартизованного коэффициента (41,523) показывает, на сколько стандартных отклонений увеличивается значение предметных результатов по учебному предмету «Обществознание 7 класс» при увеличении значения предметных результатов по учебному предмету «Русский язык 7 класс» на одно стандартное отклонение. Расчет 95% доверительных интервалов для коэффициента регрессии и константы (см. табл. 94), показывает, что в случае представления данной выборки в виде генеральной совокупности коэффициент для нее с 95% надежностью будет находиться в пределах от 0,415 до 0,452.

Вычисленное значение t-критерия Стьюдента $t = 46,051$ (что больше $t_{\text{критическое}} = 1,9602908$), поэтому нулевая гипотеза отклоняется. Кроме того, уровень значимости $p < 0,001$, поэтому нулевая гипотеза отклоняется снова. Следовательно, между результатами индивидуальных учебных достижений обучающихся 8 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке предметных результатов по учебному предмету «Русский язык 7 класс» и «Обществознание 7 класс» существует статистически значимая линейная зависимость.

В таблице 95 представлены общие сведения о регрессионной модели.

Таблица 95

Общие данные о регрессионной модели

Сводка для модели										
Модель	R	R-квадрат	Скорректированный R-квадрат	Стандартная ошибка оценки	Статистика изменений					Дарбин-Уотсон
					Изменение R квадрат	Изменение F	ст.св. 1	ст.св. 2	Знач. Изменение F	
1	,475	,226	,226	13,24376	,226	2120,706	1	7261	,000	1,884

Коэффициент детерминации R-квадрат равен 0,226. Это означает, что 22,6% вариаций предметных результатов обучающихся 8 классов по обществознанию изменяются при соответствующих вариациях предметных результатов по русскому языку обучающихся 8 классов общеобразовательных организаций Воронежской области.

Значение критерия Дарбина-Уотсона, проверяющего выполнение условия независимости наблюдений, находится в пределах $1 < 1,884 < 3$, что свидетельствует о том, что соблюдается условие независимости остатков [2], и соответственно, прогнозирование с помощью метода наименьших квадратов не нарушается. Следовательно, данная модель простой линейной регрессии является адекватной, между переменными существует линейная зависимость.

На рис. 113 представлена линия регрессии, отражающая характер взаимосвязи результатов индивидуальных учебных достижений обучающихся 8 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке предметных результатов по русскому языку и обществознанию за 7 класс на уровне основного общего образования.

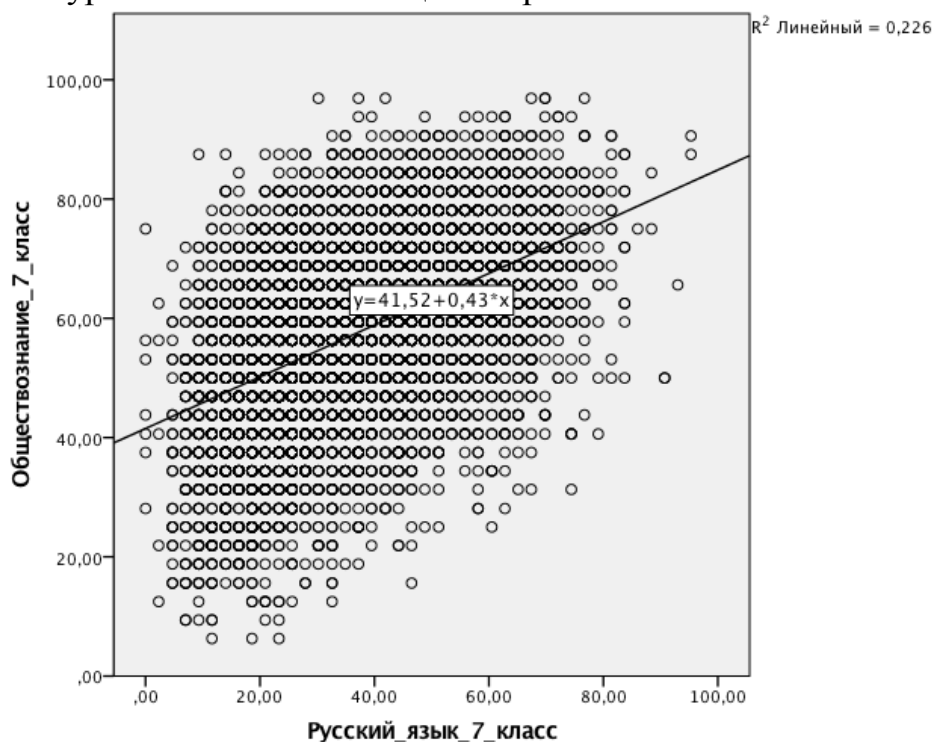


Рис. 113. Регрессия соотношения результатов индивидуальных учебных достижений обучающихся 8 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке предметных результатов по русскому языку и обществознанию за 7 класс на уровне основного общего образования

Таблица 96 отражает результаты однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA) для определения наличия или отсутствия взаимосвязи между переменными.

Таблица 96

Результаты однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA)

ANOVA						
Модель		Сумма квадратов	ст.св.	Средний квадрат	F	Значимость
1	Регрессия	371965,811	1	371965,811	2120,706	,000
	Остаток	1273558,773	7261	175,397		
	Всего	1645524,583	7262			

Значение F-критерия (табл. 96) равно 2120,706 (что больше $F_{\text{критическое}} = 3,84273983$), соответствует достигнутому уровню значимости $p < 0,001$, следовательно, нулевая гипотеза об отсутствии взаимосвязи между переменными отвергается [2]. Таким образом, результаты индивидуальных учебных достижений обучающихся 8 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке предметных результатов по учебному предмету «Русский язык 7 класс» и «Обществознание 7 класс» тесно связаны.

Для подтверждения правомерности применения линейного регрессионного анализа для данной регрессионной модели распределение остатков представляет форму нормального распределения (рис. 114), график регрессии стандартизованных остатков (рис. 115) представляет собой прямую линию, что говорит о нормальном распределении остатков, а значит, и о соблюдении этого условия проведения линейного регрессионного анализа [2].



Рис. 114. Гистограмма стандартизованных остатков



Рис. 115. График регрессии стандартизованных остатков

Также обязательным требованием к применению линейного регрессионного анализа является выполнение условия гомоскедастичности, которое должно обеспечивать одинаковый разброс значений зависимой пере-

менной для любых значений независимой переменной. Представленная диаграмма рассеяния разброса стандартизованных остатков в зависимости от стандартизованных предсказанных значений (рис. 116) показывает, что разброс стандартизованных остатков приблизительно одинаков для всех значений стандартизованной предсказанной величины, то есть соблюдается условие гомоскедастичности [2].

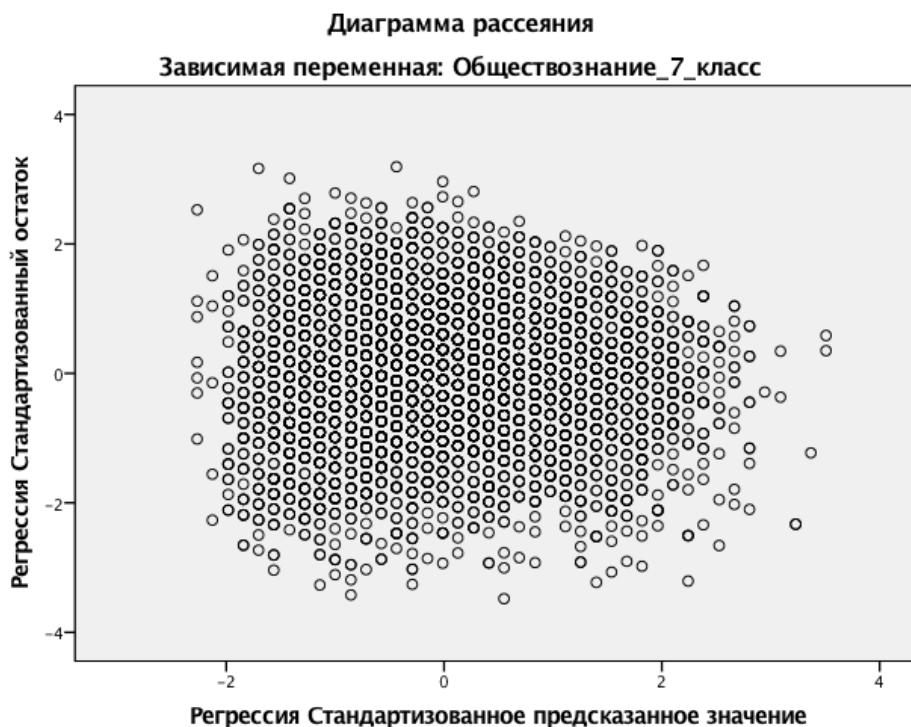


Рис. 116. Диаграмма рассеяния разброса стандартизованных остатков в зависимости от стандартизованных предсказанных значений

Таким образом, проведенный анализ влияния предметных результатов по русскому языку на метапредметные результаты и предметные результаты по математике и обществознанию за 7 класс показал:

- между предметными результатами по русскому языку и метапредметными результатами и предметными результатами по математике за 7 класс существует прямая и заметная связь;
- между предметными результатами по русскому языку и метапредметными результатами и предметными результатами по математике и обществознанию за 7 класс существует статистически значимая положительная линейная зависимость;
- 26,3% вариаций метапредметных результатов обучающихся 8 классов изменяются при соответствующих вариациях предметных результатов обучающихся 8 классов по русскому языку общеобразовательных организаций Воронежской области;
- 31,8% вариаций предметных результатов обучающихся 8 классов по математике изменяются при соответствующих вариациях предметных ре-

зультатов по русскому языку обучающихся 8 классов общеобразовательных организаций Воронежской области;

– 22,6% вариаций предметных результатов обучающихся 8 классов по обществознанию изменяются при соответствующих вариациях предметных результатов по русскому языку обучающихся 8 классов общеобразовательных организаций Воронежской области.

2.5. Исследование влияния предметных результатов по русскому языку на метапредметные и предметные результаты обучающихся 9 классов

У обучающихся 9 классов из 95 общеобразовательных организаций Воронежской области оценивался уровень сформированности планируемых метапредметных (комплексная работа) и предметных результатов (по русскому языку, математике, обществознанию, физике и химии) за 8 класс при реализации основной образовательной программы основного общего образования. В мониторинге приняло участие:

– 4084 обучающихся 9 классов, у которых оценивались уровень сформированности предметных результатов по русскому языку и метапредметных результатов комплексной работой за 8 класс;

– 4084 обучающихся 9 классов, у которых оценивались уровень сформированности предметных результатов по русскому языку и предметных результатов по математике за 8 класс;

– 4067 обучающихся 9 классов, у которых оценивались уровень сформированности предметных результатов по русскому языку и предметных результатов по обществознанию за 8 класс;

– 3957 обучающихся 9 классов, у которых оценивались уровень сформированности предметных результатов по русскому языку и предметных результатов по физике за 8 класс;

– 4081 обучающийся 9 классов, у которых оценивались уровень сформированности предметных результатов по русскому языку и предметных результатов по химии за 8 класс.

Результаты МИУД обучающихся 9 классов по оценке метапредметных и предметных результатов за 8 класс на уровне основного общего образования представлены в соответствующем отчете [7].

Для проведения оценки влияния предметных результатов по русскому языку на метапредметные результаты и предметные результаты по математике, обществознанию, физике и химии за 8 класс при проведении входного мониторинга индивидуальных учебных достижений обучающихся 9 классов нами использованы статистические методы – корреляционно-регрессионный и однофакторный дисперсионный анализы. Данные методы в своей совокупности позволяют выявить внутренние связи и закономерности влияния предметных результатов по русскому языку на метапред-

метные результаты, на предметные результаты по математике, обществознанию, физике и химии за 8 класс.

Расчеты проведены в соответствии со следующими этапами:

1. Построение корреляционной матрицы и оценка характера связи между переменными.

2. Построение регрессии и выявление математических выражений, характеризующих закономерности отношений между переменными.

В ходе **первого этапа** на основе агрегации данных были получены следующие значения корреляции (табл. 97).

Таблица 97

Корреляционная матрица взаимосвязи результатов мониторинга индивидуальных учебных достижений обучающихся 9 классов по оценке предметных и метапредметных результатов за 8 класс на уровне основного общего образования

	Русский язык 8 класс
Комплексная работа 8 класс	0,522
Математика 8 класс	0,578
Обществознание 8 класс	0,479
Физика 8 класс	0,514
Химия 8 класс	0,551

Исходя из расчетов, представленных в корреляционной матрице (таблица 97), и с учетом шкалы Чеддока [1] для оценки корреляции, можно сделать следующие **выводы**:

– связь между результатами обучающихся общеобразовательных организаций Воронежской области, принявших участие в мониторинге индивидуальных учебных достижений по учебному предмету «Русский язык 8 класс», в % от максимального балла, и по учебному предмету «Комплексная работа 8 класс», в % от максимального балла, является **прямой и заметной**;

– связь между результатами обучающихся общеобразовательных организаций Воронежской области, принявших участие в мониторинге индивидуальных учебных достижений по учебному предмету «Русский язык 8 класс», в % от максимального балла, и по учебному предмету «Математика 8 класс», в % от максимального балла, является **прямой и заметной**;

– связь между результатами обучающихся общеобразовательных организаций Воронежской области, принявших участие в мониторинге индивидуальных учебных достижений по учебному предмету «Русский язык 8 класс», в % от максимального балла, и по учебному предмету «Обществознание 8 класс», в % от максимального балла, является **прямой и умеренной**;

– связь между результатами обучающихся общеобразовательных организаций Воронежской области, принявших участие в мониторинге индивиду-

альных учебных достижений по учебному предмету «Русский язык 8 класс», в % от максимального балла, и по учебному предмету «Физика 8 класс», в % от максимального балла, является **прямой и заметной**;

– связь между результатами обучающихся общеобразовательных организаций Воронежской области, принявших участие в мониторинге индивидуальных учебных достижений по учебному предмету «Русский язык 8 класс», в % от максимального балла, и по учебному предмету «Химия 8 класс», в % от максимального балла, является **прямой и заметной**.

В соответствии со **вторым этапом** построены регрессии и выявлены математические выражения, характеризующие закономерности отношений между результатами индивидуальных учебных достижений обучающихся 9 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке предметных результатов по русскому языку, метапредметных результатов и предметных результаты по математике, обществознанию, физике и химии за 8 класс на уровне основного общего образования. Для проведения регрессионного анализа было использовано программное средство IBM SPSS Statistics.

В таблице 98 представлен расчет коэффициентов регрессии соотношения результатов индивидуальных учебных достижений обучающихся 9 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке предметных результатов по русскому языку за 8 класс и метапредметных результатов на уровне основного общего образования. На основе расчета определены значения константы и коэффициента с указанием уровней значимости и доверительных интервалов.

Таблица 98

Расчет коэффициентов регрессии

Коэффициенты							
Модель	Нестандартизованные коэффициенты	Стандартизованные коэффициенты		t	Значимость	95,0% Доверительный интервал для B	
		B	Стандартная ошибка			Бета	Нижняя граница
1	(Константа)	30,229	,427		,000	29,391	31,067
	Русский_язык_8_класс	,501	,013	,522	,000	,476	,526

Итоговое уравнение регрессии для выявления взаимосвязи результатов индивидуальных учебных достижений обучающихся 9 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке предметных результатов по русскому языку за 8 класс и метапредметных результатов на уровне основного общего образования определяется формулой:

$$y = 30,229 + 0,501x \quad (30)$$

Значение коэффициента показывает, что при увеличении предметного результата по учебному предмету «Русский язык 8 класс» на 1% значение метапредметных результатов обучающихся увеличивается на 0,501%.

Значение стандартизованного коэффициента (30,229) показывает, на сколько стандартных отклонений увеличивается значение метапредметных результатов при увеличении значения предметных результатов по учебному предмету «Русский язык 8 класс» на одно стандартное отклонение. Расчет 95% доверительных интервалов для коэффициента регрессии и константы (см. табл. 98), показывает, что в случае представления данной выборки в виде генеральной совокупности коэффициент для нее с 95% надежностью будет находиться в пределах от 0,476 до 0,526.

Вычисленное значение t-критерия Стьюдента $t = 39,134$ (что больше $t_{\text{критическое}} = 1,9605453$), поэтому нулевая гипотеза отклоняется. Кроме того, уровень значимости $p < 0,001$, поэтому нулевая гипотеза отклоняется снова. Следовательно, между результатами индивидуальных учебных достижений обучающихся 9 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке предметных результатов по учебному предмету «Русский язык 8 класс» и метапредметных результатов существует статистически значимая линейная зависимость.

В таблице 99 представлены общие сведения о регрессионной модели. Коэффициент детерминации R-квадрат равен 0,273. Это означает, что 27,3% вариаций метапредметных результатов обучающихся 9 классов изменяются при соответствующих вариациях предметных результатов обучающихся 9 классов по русскому языку общеобразовательных организаций Воронежской области.

Таблица 99

Общие данные о регрессионной модели

Сводка для модели										
Мо- дель	R	R- квад- рат	Скор- ректи- рован- ный R- квадрат	Стан- дартная ошибка оценки	Статистика изменений					Дарбин- Уотсон
					Изме- нение R квад- квад- рат	Измене- ние F	ст.св. 1	ст.св. 2	Знач. Измене- ние F	
1	,522	,273	,273	12,62569	,273	1531,461	1	4082	,000	1,912

Значение критерия Дарбина-Уотсона, проверяющего выполнение условия независимости наблюдений, находится в пределах $1 < 1,912 < 3$, что свидетельствует о том, что соблюдается условие независимости остатков [2], и соответственно, прогнозирование с помощью метода наименьших квадратов не нарушается. Следовательно, данная модель простой линейной регрессии является адекватной, между переменными существует линейная зависимость.

На рис. 117 представлена линия регрессии, отражающая характер взаимосвязи результатов индивидуальных учебных достижений обучаю-

щихся 9 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке предметных результатов по русскому языку за 8 класс и метапредметных результатов на уровне основного общего образования.

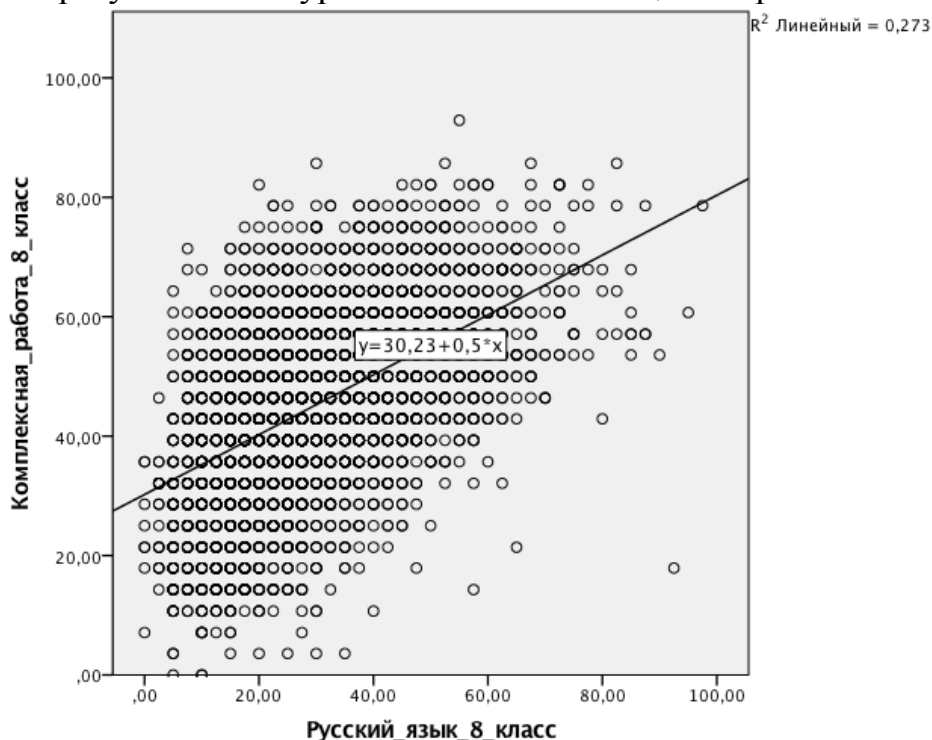


Рис. 117. Регрессия соотношения результатов индивидуальных учебных достижений обучающихся 9 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке предметных результатов по русскому языку за 8 класс и метапредметных результатов на уровне основного общего образования

Таблица 100 отражает результаты однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA) для определения наличия или отсутствия взаимосвязи между переменными.

Таблица 100

Результаты однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA)

ANOVA						
Модель		Сумма квадратов	ст.св.	Средний квадрат	F	Значимость
1	Регрессия	244127,101	1	244127,101	1531,461	,000
	Остаток	650703,480	4082	159,408		
	Всего	894830,581	4083			

Значение F-критерия (табл. 100) равно 1531,461 (что больше $F_{\text{критическое}} = 3,84373791$), соответствует достигнутому уровню значимости $p < 0,001$, следовательно, нулевая гипотеза об отсутствии взаимосвязи между переменными отвергается [2]. Таким образом, результаты индивидуальных учебных достижений обучающихся 9 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке предметных результатов по учеб-

ному предмету «Русский язык 8 класс» и метапредметных результатов и тесно связаны.

Для подтверждения правомерности применения линейного регрессионного анализа для данной регрессионной модели распределение остатков представляет форму нормального распределения (рис. 118), график регрессии стандартизованных остатков (рис. 119) представляет собой прямую линию, что говорит о нормальном распределении остатков, а значит, и о соблюдении этого условия проведения линейного регрессионного анализа [2].

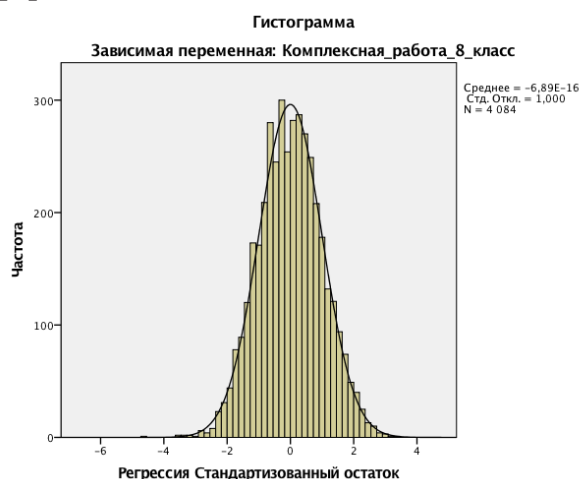


Рис. 118. Гистограмма стандартизованных остатков



Рис. 119. График регрессии стандартизованных остатков

Также обязательным требованием к применению линейного регрессионного анализа является выполнение условия гомоскедастичности, которое должно обеспечивать одинаковый разброс значений зависимой переменной для любых значений независимой переменной. Представленная диаграмма рассеяния разброса стандартизованных остатков в зависимости от стандартизованных предсказанных значений (рис. 120) показывает, что разброс стандартизованных остатков приблизительно одинаков для всех значений стандартизованной предсказанной величины, то есть соблюдается условие гомоскедастичности [2].



Рис. 120. Диаграмма рассеяния разброса стандартизованных остатков в зависимости от стандартизованных предсказанных значений

Построены регрессии и выявлены математические выражения, характеризующие закономерности отношений между результатами индивидуальных учебных достижений обучающихся 9 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке предметных результатов по русскому языку и математике за 8 класс на уровне основного общего образования.

В таблице 101 представлен расчет коэффициентов регрессии соотношения результатов индивидуальных учебных достижений обучающихся 9 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке предметных результатов по русскому языку и математике за 8 класс на уровне основного общего образования. На основе расчета определены значения константы и коэффициента с указанием уровней значимости и доверительных интервалов.

Итоговое уравнение регрессии для выявления взаимосвязи результатов индивидуальных учебных достижений обучающихся 9 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке метапредметных результатов и предметных результатов по математике за 8 класс на уровне основного общего образования определяется формулой:

$$y = 18,473 + 0,741x \quad (31)$$

Таблица 101

Расчет коэффициентов регрессии

Коэффициенты								
Модель		Нестандартизованные коэффициенты		Стандартизованные коэффициенты	t	Значимость	95,0% Доверительный интервал для B	
		B	Стандартная ошибка	Бета			Нижняя граница	Верхняя граница
1	(Константа)	18,473	,547		33,766	,000	17,400	19,545
	Русский_язык_8_класс	,741	,016	,578	45,202	,000	,709	,773

Значение коэффициента показывает, что при увеличении предметного результата обучающихся по учебному предмету «Русский язык 8 класс» на 1% значение предметных результатов по учебному предмету «Математика 8 класс» увеличивается на 0,741%.

Значение стандартизованного коэффициента (18,473) показывает, на сколько стандартных отклонений увеличивается значение предметных результатов по учебному предмету «Математика 8 класс» при увеличении значения предметных результатов по учебному предмету «Русский язык 8 класс» на одно стандартное отклонение. Расчет 95% доверительных интервалов для коэффициента регрессии и константы (см. табл. 101), показывает, что в случае представления данной выборки в виде генеральной совокупности коэффициент для нее с 95% надежностью будет находиться в пределах от 0,709 до 0,773.

Вычисленное значение t-критерия Стьюдента $t = 45,202$ (что больше $t_{\text{критическое}} = 1,9605453$), поэтому нулевая гипотеза отклоняется. Кроме того, уровень значимости $p < 0,001$, поэтому нулевая гипотеза отклоняется снова. Следовательно, между результатами индивидуальных учебных достижений обучающихся 9 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке предметных результатов по учебному предмету «Русский язык 8 класс» и учебному предмету «Математика 8 класс» существует статистически значимая линейная зависимость.

В таблице 102 представлены общие сведения о регрессионной модели.

Таблица 102

Общие данные о регрессионной модели

Сводка для модели										
Модель	R	R-квадрат	Скорректированный R-квадрат	Стандартная ошибка оценки	Статистика изменений					Дарбин-Уотсон
					Изменение R квадрат	Изменение F	ст.св. 1	ст.св. 2	Знач. Изменение F	
1	,578	,334	,333	16,20429	,334	2043,230	1	4082	,000	1,744

Коэффициент детерминации R-квадрат равен 0,334. Это означает, что 33,4% вариаций предметных результатов обучающихся 9 классов по математике изменяются при соответствующих вариациях предметных результатов по русскому языку обучающихся 9 классов общеобразовательных организаций Воронежской области.

Значение критерия Дарбина-Уотсона, проверяющего выполнение условия независимости наблюдений, находится в пределах $1 < 1,744 < 3$, что свидетельствует о том, что соблюдается условие независимости остатков [2], и соответственно, прогнозирование с помощью метода наименьших квадратов не нарушается. Следовательно, данная модель простой линейной регрессии является адекватной, между переменными существует линейная зависимость.

На рис. 121 представлена линия регрессии, отражающая характер взаимосвязи результатов индивидуальных учебных достижений обучающихся 9 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке предметных результатов по русскому языку и математике за 8 класс на уровне основного общего образования.

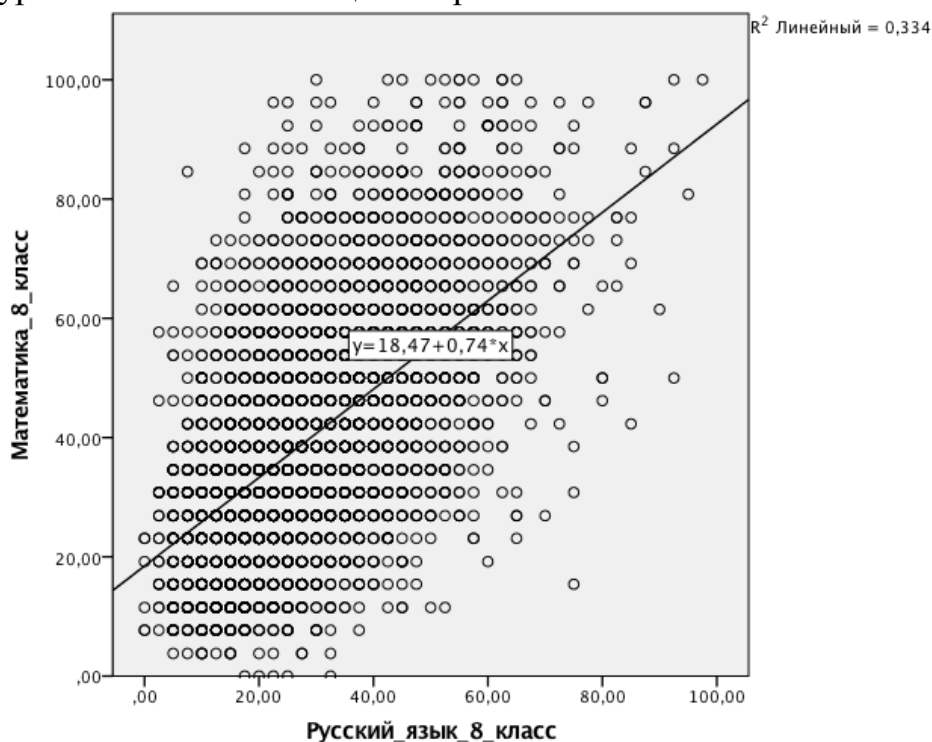


Рис. 121. Регрессия соотношения результатов индивидуальных учебных достижений обучающихся 9 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке предметных результатов по русскому языку и математике за 8 класс на уровне основного общего образования

Таблица 103 отражает результаты однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA) для определения наличия или отсутствия взаимосвязи между переменными.

Таблица 103

Результаты однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA)

ANOVA						
Модель		Сумма квадратов	ст.св.	Средний квадрат	F	Значимость
1	Регрессия	536509,071	1	536509,071	2043,230	,000
	Остаток	1071846,879	4082	262,579		
	Всего	1608355,951	4083			

Значение F-критерия (табл. 103) равно 2043,23 (что больше $F_{\text{критическое}} = 3,84373791$), соответствует достигнутому уровню значимости $p < 0,001$, следовательно, нулевая гипотеза об отсутствии взаимосвязи между переменными отвергается [2]. Таким образом, результаты индивидуальных учебных достижений обучающихся 9 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке предметных результатов по учебному предмету «Русский язык 8 класс» и учебному предмету «Математика 8 класс» тесно связаны.

Для подтверждения правомерности применения линейного регрессионного анализа для данной регрессионной модели распределение остатков представляет форму нормального распределения (рис. 122), график регрессии стандартизованных остатков (рис. 123) представляет собой практически прямую линию, что говорит о нормальном распределении остатков, а значит, и о соблюдении этого условия проведения линейного регрессионного анализа [2].



Рис. 122. Гистограмма стандартизованных остатков



Рис. 123. График регрессии стандартизованных остатков

Также обязательным требованием к применению линейного регрессионного анализа является выполнение условия гомоскедастичности, которое должно обеспечивать одинаковый разброс значений зависимой пере-

менной для любых значений независимой переменной. Представленная диаграмма рассеяния разброса стандартизованных остатков в зависимости от стандартизованных предсказанных значений (рис. 124) показывает, что разброс стандартизованных остатков приблизительно одинаков для всех значений стандартизованной предсказанной величины, то есть соблюдается условие гомоскедастичности [2].



Рис. 124. Диаграмма рассеяния разброса стандартизованных остатков в зависимости от стандартизованных предсказанных значений

Построены регрессии и выявлены математические выражения, характеризующие закономерности отношений между результатами индивидуальных учебных достижений обучающихся 9 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке предметных результатов по русскому языку и обществознанию за 8 класс на уровне основного общего образования.

В таблице 104 представлен расчет коэффициентов регрессии соотношения результатов индивидуальных учебных достижений обучающихся 9 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке предметных результатов по русскому языку и обществознанию за 8 класс на уровне основного общего образования. На основе расчета определены значения константы и коэффициента с указанием уровней значимости и доверительных интервалов.

Итоговое уравнение регрессии для выявления взаимосвязи результатов индивидуальных учебных достижений обучающихся 9 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке предметных

результатов по русскому языку и обществознанию за 8 класс на уровне основного общего образования определяется формулой:

$$y = 40,108 + 0,448x \quad (32)$$

Таблица 104

Расчет коэффициентов регрессии

Модель		Коэффициенты						
		Нестандартизованные коэффициенты		Стандартизованные коэффициенты	t	Значимость	95,0% Доверительный интервал для B	
		B	Стандартная ошибка	Бета			Нижняя граница	Верхняя граница
1	(Константа)	40,108	,430		93,352	,000	39,266	40,951
	Русский_язык_8_класс	,448	,013	,479	34,785	,000	,423	,473

Значение коэффициента показывает, что при увеличении предметного результата обучающихся по учебному предмету «Русский язык 8 класс» на 1% значение предметных результатов по учебному предмету «Обществознание 8 класс» увеличивается на 0,448%.

Значение стандартизованного коэффициента (40,108) показывает, на сколько стандартных отклонений увеличивается значение предметных результатов по учебному предмету «Обществознание 8 класс» при увеличении значения предметных результатов по учебному предмету «Русский язык 8 класс» на одно стандартное отклонение. Расчет 95% доверительных интервалов для коэффициента регрессии и константы (см. табл. 104), показывает, что в случае представления данной выборки в виде генеральной совокупности коэффициент для нее с 95% надежностью будет находиться в пределах от 0,423 до 0,473.

Вычисленное значение t-критерия Стьюдента $t = 34,785$ (что больше $t_{\text{критическое}} = 1,9605477$), поэтому нулевая гипотеза отклоняется. Кроме того, уровень значимости $p < 0,001$, поэтому нулевая гипотеза отклоняется снова. Следовательно, между результатами индивидуальных учебных достижений обучающихся 9 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке предметных результатов по учебному предмету «Русский язык 8 класс» и «Обществознание 8 класс» существует статистически значимая линейная зависимость.

В таблице 105 представлены общие сведения о регрессионной модели. Коэффициент детерминации R-квадрат равен 0,229. Это означает, что 22,9% вариаций предметных результатов обучающихся 9 классов по обществознанию изменяются при соответствующих вариациях предметных результатов по русскому языку обучающихся 9 классов общеобразовательных организаций Воронежской области.

Общие данные о регрессионной модели

Сводка для модели										
Мо- дель	R	R- квад- рат	Скор- ректи- рован- ный R- квадрат	Стан- дартная ошибка оценки	Статистика изменений					Дарбин- Уотсон
					Изме- нение R квад- квадрат	Измене- ние F	ст.св. 1	ст.св. 2	Знач. Измене- ние F	
1	,479	,229	,229	12,72709	,229	1210,012	1	4065	,000	1,873

Значение критерия Дарбина-Уотсона, проверяющего выполнение условия независимости наблюдений, находится в пределах $1 < 1,873 < 3$, что свидетельствует о том, что соблюдается условие независимости остатков [2], и соответственно, прогнозирование с помощью метода наименьших квадратов не нарушается. Следовательно, данная модель простой линейной регрессии является адекватной, между переменными существует линейная зависимость.

На рис. 125 представлена линия регрессии, отражающая характер взаимосвязи результатов индивидуальных учебных достижений обучающихся 9 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке предметных результатов по русскому языку и обществознанию за 8 класс на уровне основного общего образования.

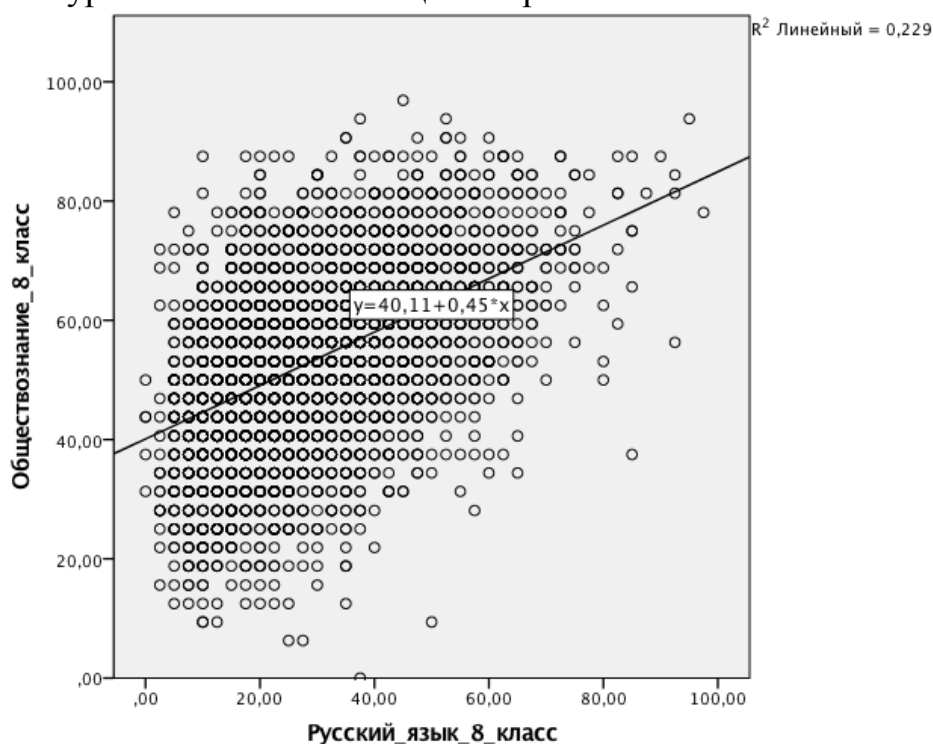


Рис. 125. Регрессия соотношения результатов индивидуальных учебных достижений обучающихся 9 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке предметных результатов по русскому языку и обществознанию за 8 класс на уровне основного общего образования

Таблица 106 отражает результаты однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA) для определения наличия или отсутствия взаимосвязи между переменными.

Таблица 106

Результаты однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA)

ANOVA						
Модель		Сумма квадратов	ст.св.	Средний квадрат	F	Значимость
1	Регрессия	195996,312	1	195996,312	1210,012	,000
	Остаток	658444,124	4065	161,979		
	Всего	854440,436	4066			

Значение F-критерия (табл. 106) равно 1210,706 (что больше $F_{\text{критическое}} = 3,84374744$), соответствует достигнутому уровню значимости $p < 0,001$, следовательно, нулевая гипотеза об отсутствии взаимосвязи между переменными отвергается [2]. Таким образом, результаты индивидуальных учебных достижений обучающихся 9 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке предметных результатов по учебному предмету «Русский язык 8 класс» и «Обществознание 8 класс» тесно связаны.

Для подтверждения правомерности применения линейного регрессионного анализа для данной регрессионной модели распределение остатков представляет форму нормального распределения (рис. 126), график регрессии стандартизованных остатков (рис. 127) представляет собой прямую линию, что говорит о нормальном распределении остатков, а значит, и о соблюдении этого условия проведения линейного регрессионного анализа [2].



Рис. 126. Гистограмма стандартизованных остатков



Рис. 127. График регрессии стандартизованных остатков

Также обязательным требованием к применению линейного регрессионного анализа является выполнение условия гомоскедастичности, которое должно обеспечивать одинаковый разброс значений зависимой пере-

менной для любых значений независимой переменной. Представленная диаграмма рассеяния разброса стандартизованных остатков в зависимости от стандартизованных предсказанных значений (рис. 128) показывает, что разброс стандартизованных остатков приблизительно одинаков для всех значений стандартизованной предсказанной величины, то есть соблюдается условие гомоскедастичности [2].

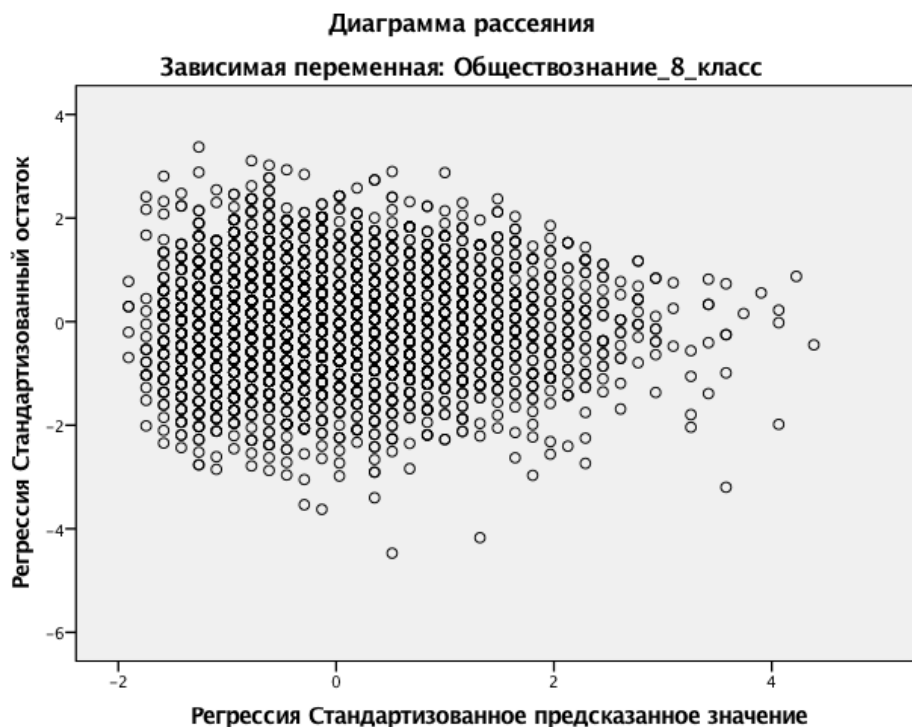


Рис. 128. Диаграмма рассеяния разброса стандартизованных остатков в зависимости от стандартизованных предсказанных значений

Построены регрессии и выявлены математические выражения, характеризующие закономерности отношений между результатами индивидуальных учебных достижений обучающихся 9 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке предметных результатов по русскому языку и физике за 8 класс на уровне основного общего образования.

В таблице 107 представлен расчет коэффициентов регрессии соотношения результатов индивидуальных учебных достижений обучающихся 9 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке предметных результатов по русскому языку и физике за 8 класс на уровне основного общего образования. На основе расчета определены значения константы и коэффициента с указанием уровней значимости и доверительных интервалов.

Итоговое уравнение регрессии для выявления взаимосвязи результатов индивидуальных учебных достижений обучающихся 9 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке предметных

результатов по русскому языку и физике за 8 класс на уровне основного общего образования определяется формулой:

$$y = 23,485 + 0,607x \quad (33)$$

Таблица 107

Расчет коэффициентов регрессии

Модель		Коэффициенты						
		Нестандартизованные коэффициенты		Стандартизованные коэффициенты	t	Значимость	95,0% Доверительный интервал для B	
		B	Стандартная ошибка	Бета			Нижняя граница	Верхняя граница
1	(Константа)	23,485	,540		43,465	,000	22,425	24,544
	Русский_язык_8_класс	,607	,016	,514	37,690	,000	,576	,639

Значение коэффициента показывает, что при увеличении предметного результата обучающихся по учебному предмету «Русский язык 8 класс» на 1% значение предметных результатов по учебному предмету «Физика 8 класс» увеличивается на 0,607%.

Значение стандартизованного коэффициента (23,485) показывает, на сколько стандартных отклонений увеличивается значение предметных результатов по учебному предмету «Физика 8 класс» при увеличении значения предметных результатов по учебному предмету «Русский язык 8 класс» на одно стандартное отклонение. Расчет 95% доверительных интервалов для коэффициента регрессии и константы (см. табл. 107), показывает, что в случае представления данной выборки в виде генеральной совокупности коэффициент для нее с 95% надежностью будет находиться в пределах от 0,576 до 0,639.

Вычисленное значение t-критерия Стьюдента $t = 37,69$ (что больше $t_{\text{критическое}} = 1,960564$), поэтому нулевая гипотеза отклоняется. Кроме того, уровень значимости $p < 0,001$, поэтому нулевая гипотеза отклоняется снова. Следовательно, между результатами индивидуальных учебных достижений обучающихся 9 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке предметных результатов по учебному предмету «Русский язык 8 класс» и «Физика 8 класс» существует статистически значимая линейная зависимость.

В таблице 108 представлены общие сведения о регрессионной модели. Коэффициент детерминации R-квадрат равен 0,264. Это означает, что 26,4% вариаций предметных результатов обучающихся 9 классов по физике изменяются при соответствующих вариациях предметных результатов по русскому языку обучающихся 9 классов общеобразовательных организаций Воронежской области.

Общие данные о регрессионной модели

Мо- дель	R	R- квад- рат	Скор- ректи- рован- ный R- квадрат	Стан- дартная ошибка оценки	Сводка для модели					Дарбин- Уотсон
					Статистика изменений					
					Изме- нение R квад- квадрат	Измене- ние F	ст.св. 1	ст.св. 2	Знач. Измене- ние F	
1	,514	,264	,264	15,72394	,264	1420,520	1	3955	,000	1,790

Значение критерия Дарбина-Уотсона, проверяющего выполнение условия независимости наблюдений, находится в пределах $1 < 1,79 < 3$, что свидетельствует о том, что соблюдается условие независимости остатков [2], и соответственно, прогнозирование с помощью метода наименьших квадратов не нарушается. Следовательно, данная модель простой линейной регрессии является адекватной, между переменными существует линейная зависимость.

На рис. 129 представлена линия регрессии, отражающая характер взаимосвязи результатов индивидуальных учебных достижений обучающихся 9 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке предметных результатов по русскому языку и физике за 8 класс на уровне основного общего образования.

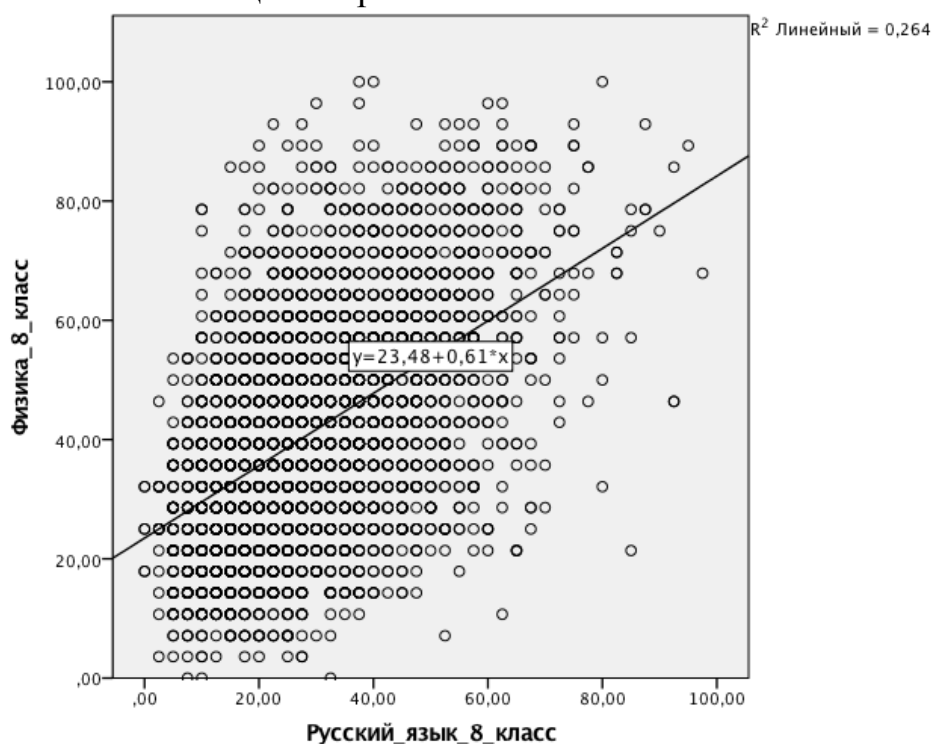


Рис. 129. Регрессия соотношения результатов индивидуальных учебных достижений обучающихся 9 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке предметных результатов по русскому языку и физике за 8 класс на уровне основного общего образования

Таблица 109 отражает результаты однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA) для определения наличия или отсутствия взаимосвязи между переменными.

Таблица 109

Результаты однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA)

ANOVA						
Модель		Сумма квадратов	ст.св.	Средний квадрат	F	Значимость
1	Регрессия	351212,696	1	351212,696	1420,520	,000
	Остаток	977843,191	3955	247,242		
	Всего	1329055,887	3956			

Значение F-критерия (табл. 109) равно 1420,52 (что больше $F_{\text{критическое}} = 3,84381112$), соответствует достигнутому уровню значимости $p < 0,001$, следовательно, нулевая гипотеза об отсутствии взаимосвязи между переменными отвергается [2]. Таким образом, результаты индивидуальных учебных достижений обучающихся 9 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке предметных результатов по учебному предмету «Русский язык 8 класс» и «Физика 8 класс» тесно связаны.

Для подтверждения правомерности применения линейного регрессионного анализа для данной регрессионной модели распределение остатков представляет форму нормального распределения (рис. 130), график регрессии стандартизованных остатков (рис. 131) представляет собой практически прямую линию, что говорит о нормальном распределении остатков, а значит, и о соблюдении этого условия проведения линейного регрессионного анализа [2].

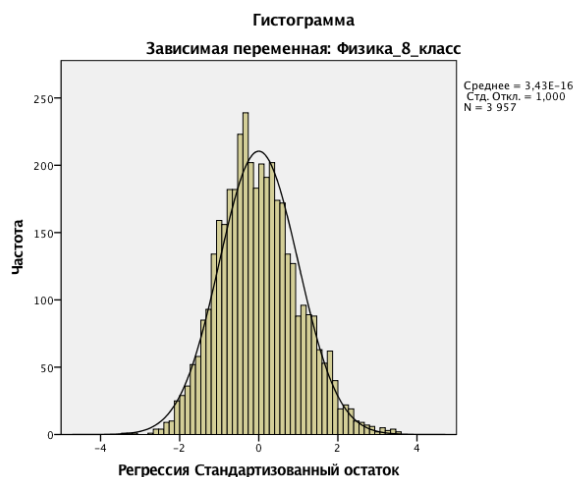


Рис. 130. Гистограмма стандартизованных остатков



Рис. 131. График регрессии стандартизованных остатков

Также обязательным требованием к применению линейного регрессионного анализа является выполнение условия гомоскедастичности, которое должно обеспечивать одинаковый разброс значений зависимой переменной для любых значений независимой переменной. Представленная

диаграмма рассеяния разброса стандартизованных остатков в зависимости от стандартизованных предсказанных значений (рис. 132) показывает, что разброс стандартизованных остатков приблизительно одинаков для всех значений стандартизованной предсказанной величины, то есть соблюдается условие гомоскедастичности [2].

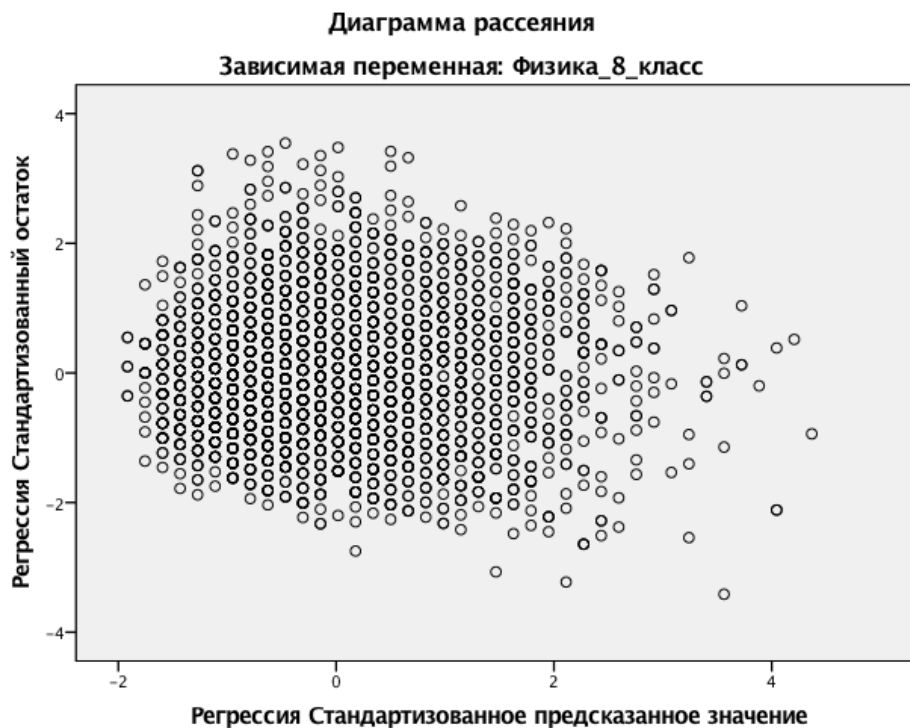


Рис. 132. Диаграмма рассеяния разброса стандартизованных остатков в зависимости от стандартизованных предсказанных значений

Построены регрессии и выявлены математические выражения, характеризующие закономерности отношений между результатами индивидуальных учебных достижений обучающихся 9 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке предметных результатов по русскому языку и химии за 8 класс на уровне основного общего образования.

В таблице 110 представлен расчет коэффициентов регрессии соотношения результатов индивидуальных учебных достижений обучающихся 9 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке предметных результатов по русскому языку и химии за 8 класс на уровне основного общего образования. На основе расчета определены значения константы и коэффициента с указанием уровней значимости и доверительных интервалов.

Итоговое уравнение регрессии для выявления взаимосвязи результатов индивидуальных учебных достижений обучающихся 9 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке предметных

результатов по русскому языку и химии за 8 класс на уровне основного общего образования определяется формулой:

$$y = 24,99 + 0,723x \quad (34)$$

Таблица 110

Расчет коэффициентов регрессии

Модель		Коэффициенты						
		Нестандартизованные коэффициенты		Стандартизованные коэффициенты	t	Значимость	95,0% Доверительный интервал для B	
		B	Стандартная ошибка	Бета			Нижняя граница	Верхняя граница
1	(Константа)	24,990	,568		44,000	,000	23,876	26,103
	Русский_язык_8_класс	,723	,017	,551	42,174	,000	,689	,756

Значение коэффициента показывает, что при увеличении предметного результата обучающихся по учебному предмету «Русский язык 8 класс» на 1% значение предметных результатов по учебному предмету «Химия 8 класс» увеличивается на 0,723%.

Значение стандартизованного коэффициента (24,99) показывает, на сколько стандартных отклонений увеличивается значение предметных результатов по учебному предмету «Химия 8 класс» при увеличении значения предметных результатов по учебному предмету «Русский язык 8 класс» на одно стандартное отклонение. Расчет 95% доверительных интервалов для коэффициента регрессии и константы (см. табл. 110), показывает, что в случае представления данной выборки в виде генеральной совокупности коэффициент для нее с 95% надежностью будет находиться в пределах от 0,689 до 0,756.

Вычисленное значение t-критерия Стьюдента $t = 42,174$ (что больше $t_{\text{критическое}} = 1,9605457$), поэтому нулевая гипотеза отклоняется. Кроме того, уровень значимости $p < 0,001$, поэтому нулевая гипотеза отклоняется снова. Следовательно, между результатами индивидуальных учебных достижений обучающихся 9 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке предметных результатов по учебному предмету «Русский язык 8 класс» и «Химия 8 класс» существует статистически значимая линейная зависимость.

В таблице 111 представлены общие сведения о регрессионной модели. Коэффициент детерминации R-квадрат равен 0,304. Это означает, что 30,4% вариаций предметных результатов обучающихся 9 классов по химии изменяются при соответствующих вариациях предметных результатов по русскому языку обучающихся 9 классов общеобразовательных организаций Воронежской области.

Общие данные о регрессионной модели

Мо- дель	R	R- квад- рат	Скор- ректиро- ванный R- квадрат	Стандарт- ная ошиб- ка оценки	Сводка для модели					Дарбин- Уотсон
					Статистика изменений					
					Изме- нение R квад- квад- рат	Измене- ние F	ст.с в.1	ст.св. 2	Знач. Изме- нение F	
1	,551	,304	,303	16,79692	,304	1778,611	1	4079	,000	1,786

Значение критерия Дарбина-Уотсона, проверяющего выполнение условия независимости наблюдений, находится в пределах $1 < 1,786 < 3$, что свидетельствует о том, что соблюдается условие независимости остатков [2], и соответственно, прогнозирование с помощью метода наименьших квадратов не нарушается. Следовательно, данная модель простой линейной регрессии является адекватной, между переменными существует линейная зависимость.

На рис. 133 представлена линия регрессии, отражающая характер взаимосвязи результатов индивидуальных учебных достижений обучающихся 9 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке предметных результатов по русскому языку и химии за 8 класс на уровне основного общего образования.

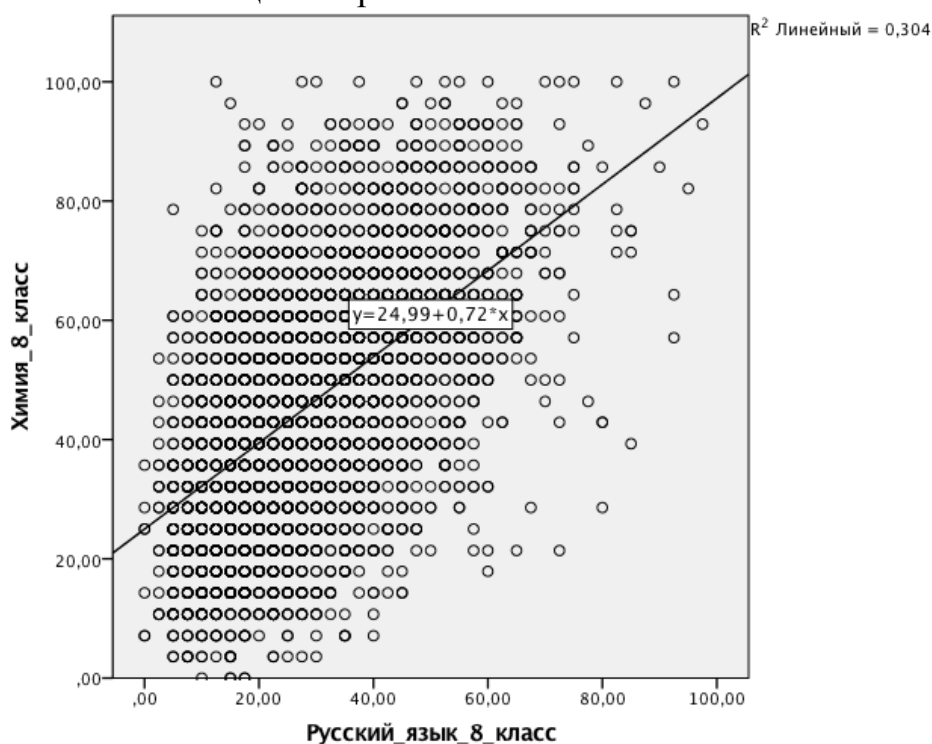


Рис. 133. Регрессия соотношения результатов индивидуальных учебных достижений обучающихся 9 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке предметных результатов по русскому языку и химии за 8 класс на уровне основного общего образования

Таблица 112 отражает результаты однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA) для определения наличия или отсутствия взаимосвязи между переменными.

Таблица 112

Результаты однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA)

ANOVA						
Модель		Сумма квадратов	ст.св.	Средний квадрат	F	Значимость
1	Регрессия	501811,213	1	501811,213	1778,611	,000
	Остаток	1150835,402	4079	282,137		
	Всего	1652646,616	4080			

Значение F-критерия (табл. 112) равно 1778,611 (что больше $F_{\text{критическое}} = 3,84373958$), соответствует достигнутому уровню значимости $p < 0,001$, следовательно, нулевая гипотеза об отсутствии взаимосвязи между переменными отвергается [2]. Таким образом, результаты индивидуальных учебных достижений обучающихся 9 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке предметных результатов по учебному предмету «Русский язык 8 класс» и «Химия 8 класс» тесно связаны.

Для подтверждения правомерности применения линейного регрессионного анализа для данной регрессионной модели распределение остатков представляет форму нормального распределения (рис. 134), график регрессии стандартизованных остатков (рис. 135) представляет собой прямую линию, что говорит о нормальном распределении остатков, а значит, и о соблюдении этого условия проведения линейного регрессионного анализа [2].

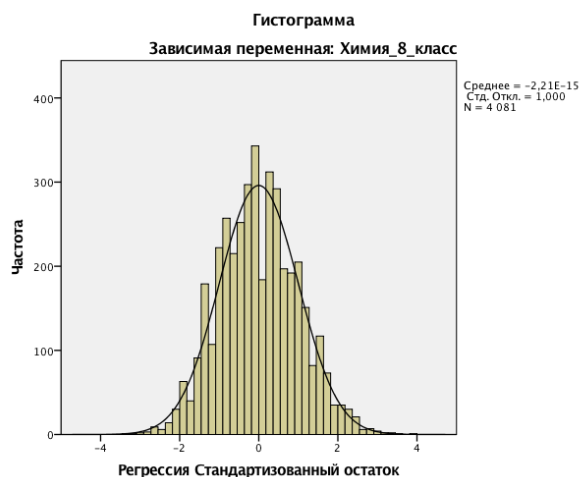


Рис. 134. Гистограмма стандартизованных остатков



Рис. 135. График регрессии стандартизованных остатков

Также обязательным требованием к применению линейного регрессионного анализа является выполнение условия гомоскедастичности, которое должно обеспечивать одинаковый разброс значений зависимой переменной для любых значений независимой переменной. Представленная

диаграмма рассеяния разброса стандартизованных остатков в зависимости от стандартизованных предсказанных значений (рис. 136) показывает, что разброс стандартизованных остатков приблизительно одинаков для всех значений стандартизованной предсказанной величины, то есть соблюдается условие гомоскедастичности [2].

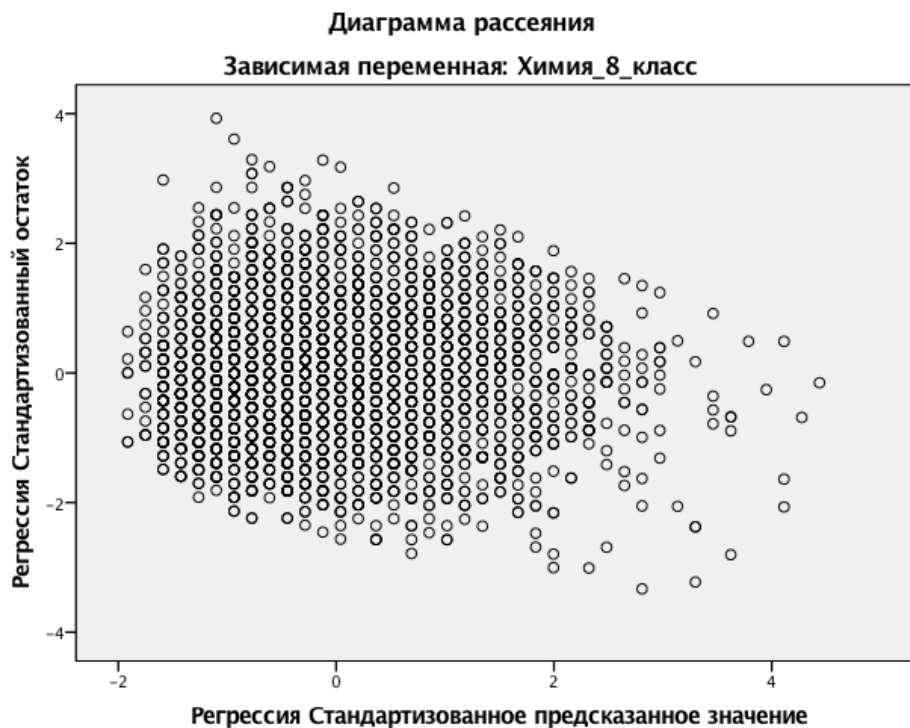


Рис. 136. Диаграмма рассеяния разброса стандартизованных остатков в зависимости от стандартизованных предсказанных значений

Таким образом, проведенный анализ влияния предметных результатов по русскому языку на метапредметные результаты и предметные результаты по математике, обществознанию, физике и химии за 8 класс показал:

- между предметными результатами по русскому языку и метапредметными результатами и предметными результатами по математике, физике и химии за 8 класс существует прямая и заметная связь;
- между предметными результатами по русскому языку и метапредметными результатами и предметными результатами по математике, обществознанию, физике и химии за 8 класс существует статистически значимая положительная линейная зависимость;
- 27,3% вариаций метапредметных результатов обучающихся 9 классов изменяются при соответствующих вариациях предметных результатов обучающихся 9 классов по русскому языку общеобразовательных организаций Воронежской области;
- 33,4% вариаций предметных результатов обучающихся 9 классов по математике изменяются при соответствующих вариациях предметных ре-

зультатов по русскому языку обучающихся 9 классов общеобразовательных организаций Воронежской области;

– 22,9% вариаций предметных результатов обучающихся 9 классов по обществознанию изменяются при соответствующих вариациях предметных результатов по русскому языку обучающихся 9 классов общеобразовательных организаций Воронежской области;

– 26,4% вариаций предметных результатов обучающихся 9 классов по физике изменяются при соответствующих вариациях предметных результатов по русскому языку обучающихся 9 классов общеобразовательных организаций Воронежской области;

– 30,4% вариаций предметных результатов обучающихся 9 классов по химии изменяются при соответствующих вариациях предметных результатов по русскому языку обучающихся 9 классов общеобразовательных организаций Воронежской области.

ГЛАВА 3.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ПРЕДМЕТНЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ МОНИТОРИНГА ИНДИВИДУАЛЬНЫХ УЧЕБНЫХ ДОСТИЖЕНИЙ ОБУЧАЮЩИХСЯ 9 КЛАССОВ ПО МАТЕМАТИКЕ, ФИЗИКЕ И ХИМИИ НА УРОВНЕ ОСНОВНОГО ОБЩЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

3.1. Исследование влияния предметных результатов по математике на предметные результаты по физике и химии обучающихся 9 классов

У обучающихся 9 классов из 95 общеобразовательных организаций Воронежской области оценивался уровень сформированности планируемых метапредметных (комплексная работа) и предметных результатов (по русскому языку, математике, обществознанию, физике и химии) за 8 класс при реализации основной образовательной программы основного общего образования. В мониторинге приняло участие:

- 3920 обучающихся 9 классов, у которых оценивались уровень сформированности предметных результатов по математике и предметных результатов по физике за 8 класс;
- 3972 обучающийся 9 классов, у которых оценивались уровень сформированности предметных результатов по математике и предметных результатов по химии за 8 класс.

Результаты МИУД обучающихся 9 классов по оценке метапредметных и предметных результатов за 8 класс на уровне основного общего образования представлены в соответствующем отчете [7].

Для проведения оценки влияния предметных результатов по математике на предметные результаты по физике и химии за 8 класс при проведении входного мониторинга индивидуальных учебных достижений обучающихся 9 классов нами использованы статистические методы – корреляционно-регрессионный и однофакторный дисперсионный анализы. Данные методы в своей совокупности позволяют выявить внутренние связи и закономерности влияния предметных результатов по математике на предметные результаты по физике и химии за 8 класс.

Расчеты проведены в соответствии со следующими этапами:

1. Построение корреляционной матрицы и оценка характера связи между переменными.
2. Построение регрессии и выявление математических выражений, характеризующих закономерности отношений между переменными.

В ходе **первого этапа** на основе агрегации данных были получены следующие значения корреляции (табл. 113).

Корреляционная матрица взаимосвязи результатов мониторинга индивидуальных учебных достижений обучающихся 9 классов по оценке предметных результатов на уровне основного общего образования

	Математика 8 класс
Физика 8 класс	0,62
Химия 8 класс	0,587

Исходя из расчетов, представленных в корреляционной матрице (таблица 113), и с учетом шкалы Чеддока [1] для оценки корреляции, можно сделать следующие **выводы**:

- связь между результатами обучающихся общеобразовательных организаций Воронежской области, принявших участие в мониторинге индивидуальных учебных достижений по учебному предмету «Математика 8 класс», в % от максимального балла, и по учебному предмету «Физика 8 класс», в % от максимального балла, является **прямой и заметной**;
- связь между результатами обучающихся общеобразовательных организаций Воронежской области, принявших участие в мониторинге индивидуальных учебных достижений по учебному предмету «Математика 8 класс», в % от максимального балла, и по учебному предмету «Химия 8 класс», в % от максимального балла, является **прямой и заметной**.

В соответствии со **вторым этапом** построены регрессии и выявлены математические выражения, характеризующие закономерности отношений между результатами индивидуальных учебных достижений обучающихся 9 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке предметных результатов по математике и предметных результаты по физике и химии за 8 класс на уровне основного общего образования. Для проведения регрессионного анализа было использовано программное средство IBM SPSS Statistics.

В таблице 114 представлен расчет коэффициентов регрессии соотношения результатов индивидуальных учебных достижений обучающихся 9 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке предметных результатов по математике и физике за 8 класс на уровне основного общего образования. На основе расчета определены значения константы и коэффициента с указанием уровней значимости и доверительных интервалов.

Итоговое уравнение регрессии для выявления взаимосвязи результатов индивидуальных учебных достижений обучающихся 9 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке предметных результатов по математике и физике за 8 класс на уровне основного общего образования определяется формулой:

$$y = 18,395 + 0,569x \quad (35)$$

Таблица 114

Расчет коэффициентов регрессии

Коэффициенты								
Модель		Нестандартизованные коэффициенты		Стандартизованные коэффициенты	t	Значимость	95,0% Доверительный интервал для B	
		B	Стандартная ошибка				Бета	Нижняя граница
1	(Константа)	18,395	,522		35,269	,000	17,372	19,418
	Математика_8_класс	,569	,011	,620	49,521	,000	,547	,592

Значение коэффициента показывает, что при увеличении предметного результата обучающихся по учебному предмету «Математика 8 класс» на 1% значение предметных результатов по учебному предмету «Физика 8 класс» увеличивается на 0,569%.

Значение стандартизованного коэффициента (18,395) показывает, на сколько стандартных отклонений увеличивается значение предметных результатов по учебному предмету «Физика 8 класс» при увеличении значения предметных результатов по учебному предмету «Математика 8 класс» на одно стандартное отклонение. Расчет 95% доверительных интервалов для коэффициента регрессии и константы (см. табл. 114), показывает, что в случае представления данной выборки в виде генеральной совокупности коэффициент для нее с 95% надежностью будет находиться в пределах от 0,547 до 0,592.

Вычисленное значение t-критерия Стьюдента $t = 49,521$ (что больше $t_{\text{критическое}} = 1,9605696$), поэтому нулевая гипотеза отклоняется. Кроме того, уровень значимости $p < 0,001$, поэтому нулевая гипотеза отклоняется снова. Следовательно, между результатами индивидуальных учебных достижений обучающихся 9 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке предметных результатов по учебному предмету «Математика 8 класс» и «Физика 8 класс» существует статистически значимая линейная зависимость.

В таблице 115 представлены общие сведения о регрессионной модели.

Таблица 115

Общие данные о регрессионной модели

Сводка для модели										
Модель	R	R-квадрат	Скорректированный R-квадрат	Стандартная ошибка оценки	Статистика изменений					Дарбин-Уотсон
					Изменение R квадрат	Изменение F	ст.св. 1	ст.св. 2	Знач. Изменение F	
1	,620	,385	,385	14,41259	,385	2452,287	1	3918	,000	1,864

Коэффициент детерминации R-квадрат равен 0,385. Это означает, что 38,5% вариаций предметных результатов обучающихся 9 классов по физике изменяются при соответствующих вариациях предметных результатов по математике обучающихся 9 классов общеобразовательных организаций Воронежской области.

Значение критерия Дарбина-Уотсона, проверяющего выполнение условия независимости наблюдений, находится в пределах $1 < 1,864 < 3$, что свидетельствует о том, что соблюдается условие независимости остатков [2], и соответственно, прогнозирование с помощью метода наименьших квадратов не нарушается. Следовательно, данная модель простой линейной регрессии является адекватной, между переменными существует линейная зависимость.

На рис. 137 представлена линия регрессии, отражающая характер взаимосвязи результатов индивидуальных учебных достижений обучающихся 9 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке предметных результатов по математике и физике за 8 класс на уровне основного общего образования.

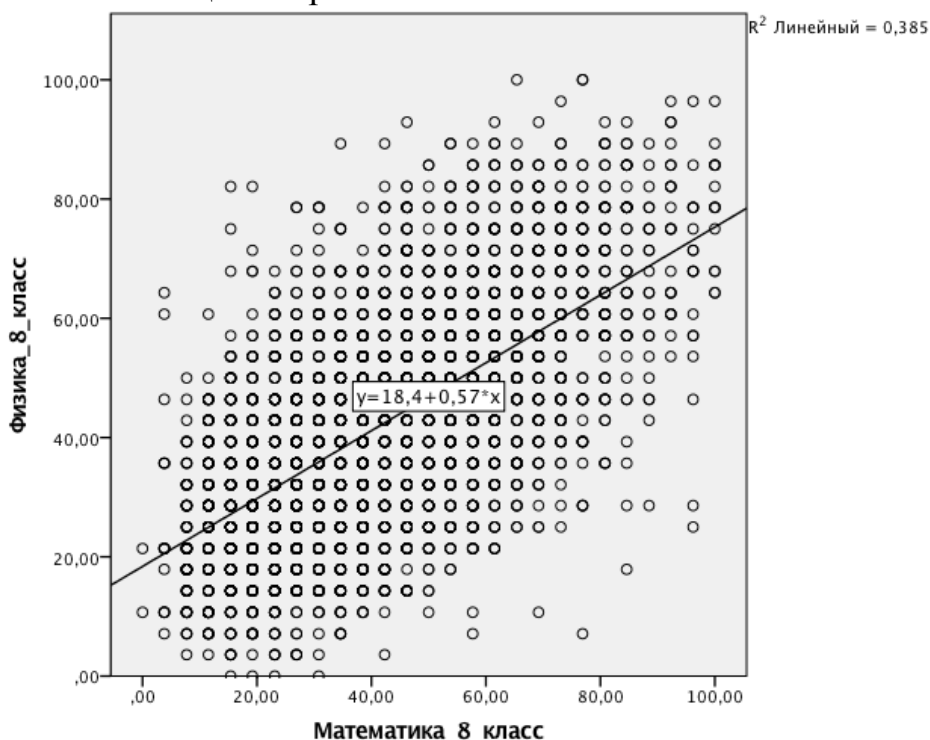


Рис. 137. Регрессия соотношения результатов индивидуальных учебных достижений обучающихся 9 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке предметных результатов по математике и физике за 8 класс на уровне основного общего образования

Таблица 116 отражает результаты однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA) для определения наличия или отсутствия взаимосвязи между переменными.

Результаты однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA)

ANOVA						
Модель		Сумма квадратов	ст. св.	Средний квадрат	F	Значимость
1	Регрессия	509395,576	1	509395,576	2452,287	,000
	Остаток	813857,297	3918	207,723		
	Всего	1323252,873	3919			

Значение F-критерия (табл. 116) равно 2452,287 (что больше $F_{\text{критическое}} = 3,84383335$), соответствует достигнутому уровню значимости $p < 0,001$, следовательно, нулевая гипотеза об отсутствии взаимосвязи между переменными отвергается [2]. Таким образом, результаты индивидуальных учебных достижений обучающихся 9 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке предметных результатов по учебному предмету «Математика 8 класс» и «Физика 8 класс» тесно связаны.

Для подтверждения правомерности применения линейного регрессионного анализа для данной регрессионной модели распределение остатков представляет форму нормального распределения (рис. 138), график регрессии стандартизованных остатков (рис. 139) представляет собой прямую линию, что говорит о нормальном распределении остатков, а значит, и о соблюдении этого условия проведения линейного регрессионного анализа [2].

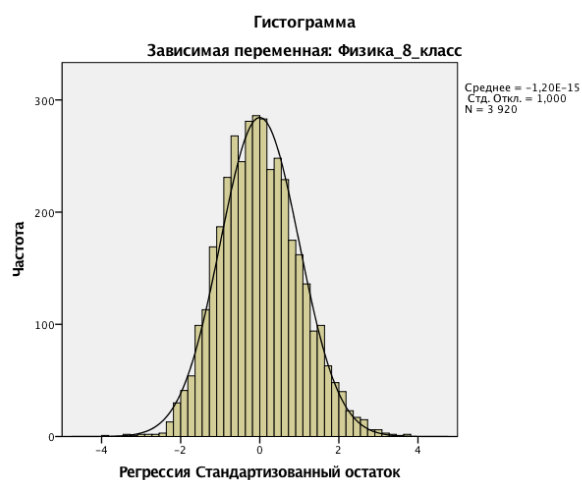


Рис. 138. Гистограмма стандартизованных остатков



Рис. 139. График регрессии стандартизованных остатков

Также обязательным требованием к применению линейного регрессионного анализа является выполнение условия гомоскедастичности, которое должно обеспечивать одинаковый разброс значений зависимой переменной для любых значений независимой переменной. Представленная диаграмма рассеяния разброса стандартизованных остатков в зависимости от стандартизованных предсказанных значений (рис. 140) показывает, что разброс стандартизованных остатков приблизительно одинаков для всех

значений стандартизованной предсказанной величины, то есть соблюдается условие гомоскедастичности [2].

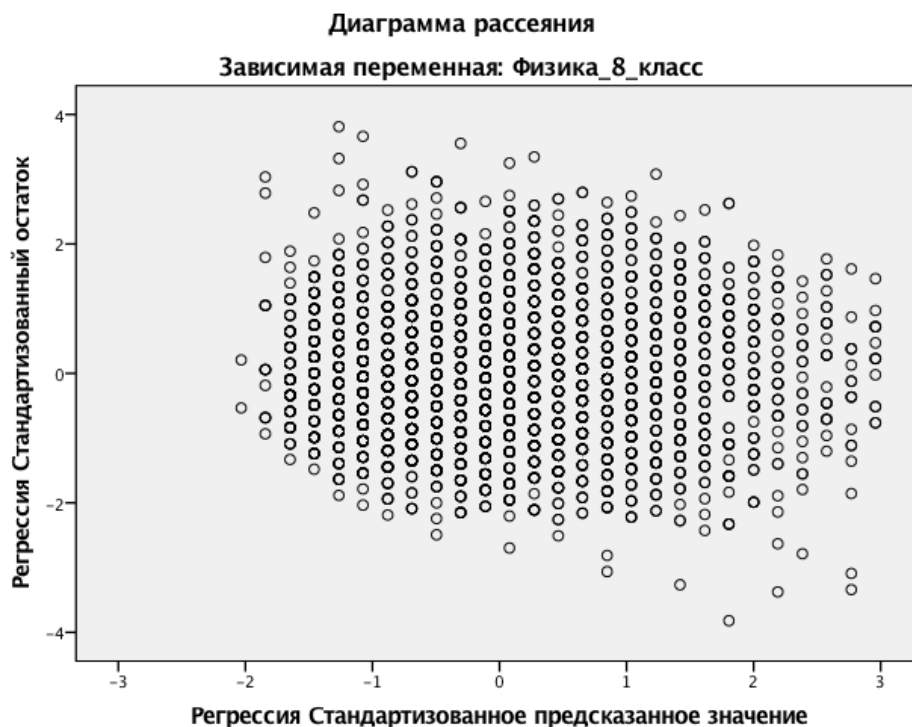


Рис. 140. Диаграмма рассеяния разброса стандартизованных остатков в зависимости от стандартизованных предсказанных значений

Построены регрессии и выявлены математические выражения, характеризующие закономерности отношений между результатами индивидуальных учебных достижений обучающихся 9 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке предметных результатов по математике и химии за 8 класс на уровне основного общего образования.

В таблице 117 представлен расчет коэффициентов регрессии соотношения результатов индивидуальных учебных достижений обучающихся 9 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке предметных результатов по математике и химии за 8 класс на уровне основного общего образования. На основе расчета определены значения константы и коэффициента с указанием уровней значимости и доверительных интервалов.

Итоговое уравнение регрессии для выявления взаимосвязи результатов индивидуальных учебных достижений обучающихся 9 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке предметных результатов по математике и химии за 8 класс на уровне основного общего образования определяется формулой:

$$y = 22,25 + 0,595x \quad (36)$$

Таблица 117

Расчет коэффициентов регрессии

Коэффициенты								
Модель		Нестандартизованные коэффициенты		Стандартизованные коэффициенты	t	Значимость	95,0% Доверительный интервал для B	
		B	Стандартная ошибка				Бета	Нижняя граница
1	(Константа)	22,250	,586		37,990	,000	21,102	23,398
	Математика_8_класс	,595	,013	,587	45,716	,000	,569	,620

Значение коэффициента показывает, что при увеличении предметного результата обучающихся по учебному предмету «Математика 8 класс» на 1% значение предметных результатов по учебному предмету «Химия 8 класс» увеличивается на 0,595%.

Значение стандартизованного коэффициента (22,25) показывает, на сколько стандартных отклонений увеличивается значение предметных результатов по учебному предмету «Химия 8 класс» при увеличении значения предметных результатов по учебному предмету «Математика 8 класс» на одно стандартное отклонение. Расчет 95% доверительных интервалов для коэффициента регрессии и константы (см. табл. 117), показывает, что в случае представления данной выборки в виде генеральной совокупности коэффициент для нее с 95% надежностью будет находиться в пределах от 0,569 до 0,62.

Вычисленное значение t-критерия Стьюдента $t = 45,716$ (что больше $t_{\text{критическое}} = 1,9605617$), поэтому нулевая гипотеза отклоняется. Кроме того, уровень значимости $p < 0,001$, поэтому нулевая гипотеза отклоняется снова. Следовательно, между результатами индивидуальных учебных достижений обучающихся 9 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке предметных результатов по учебному предмету «Математика 8 класс» и «Химия 8 класс» существует статистически значимая линейная зависимость.

В таблице 118 представлены общие сведения о регрессионной модели.

Таблица 118

Общие данные о регрессионной модели

Сводка для модели										
Модель	R	R-квадрат	Скорректированный R-квадрат	Стандартная ошибка оценки	Статистика изменений					Дарбин-Уотсон
					Изменение R квадрат	Изменение F	ст.св. 1	ст.св. 2	Знач. Изменение F	
1	,587	,345	,345	16,25261	,345	2089,945	1	3970	,000	1,822

Коэффициент детерминации R-квадрат равен 0,345. Это означает, что 34,5% вариаций предметных результатов обучающихся 9 классов по химии изменяются при соответствующих вариациях предметных результатов по математике обучающихся 9 классов общеобразовательных организаций Воронежской области.

Значение критерия Дарбина-Уотсона, проверяющего выполнение условия независимости наблюдений, находится в пределах $1 < 1,822 < 3$, что свидетельствует о том, что соблюдается условие независимости остатков [2], и соответственно, прогнозирование с помощью метода наименьших квадратов не нарушается. Следовательно, данная модель простой линейной регрессии является адекватной, между переменными существует линейная зависимость.

На рис. 141 представлена линия регрессии, отражающая характер взаимосвязи результатов индивидуальных учебных достижений обучающихся 9 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке предметных результатов по математике и химии за 8 класс на уровне основного общего образования.

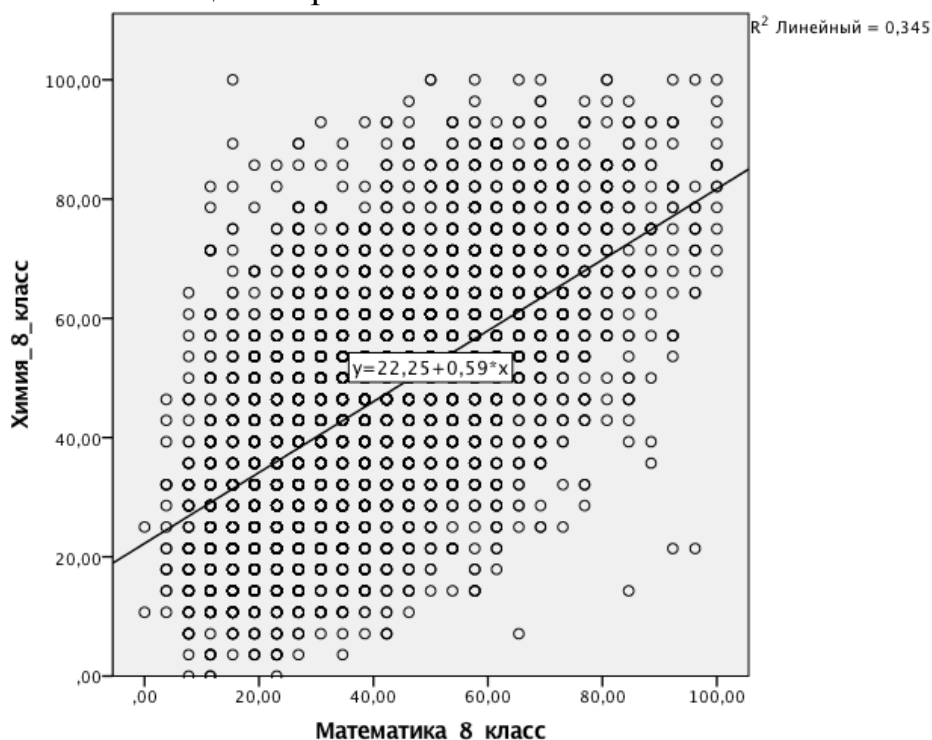


Рис. 141. Регрессия соотношения результатов индивидуальных учебных достижений обучающихся 9 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке предметных результатов по математике и химии за 8 класс на уровне основного общего образования

Таблица 119 отражает результаты однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA) для определения наличия или отсутствия взаимосвязи между переменными.

Результаты однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA)

ANOVA						
Модель		Сумма квадратов	ст. св.	Средний квадрат	F	Значимость
1	Регрессия	552053,101	1	552053,101	2089,945	,000
	Остаток	1048664,309	3970	264,147		
	Всего	1600717,409	3971			

Значение F-критерия (табл. 119) равно 2089,945 (что больше $F_{\text{критическое}} = 3,84380223$), соответствует достигнутому уровню значимости $p < 0,001$, следовательно, нулевая гипотеза об отсутствии взаимосвязи между переменными отвергается [2]. Таким образом, результаты индивидуальных учебных достижений обучающихся 9 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке предметных результатов по учебному предмету «Математика 8 класс» и «Химия 8 класс» тесно связаны.

Для подтверждения правомерности применения линейного регрессионного анализа для данной регрессионной модели распределение остатков представляет форму нормального распределения (рис. 142), график регрессии стандартизованных остатков (рис. 143) представляет собой прямую линию, что говорит о нормальном распределении остатков, а значит, и о соблюдении этого условия проведения линейного регрессионного анализа [2].

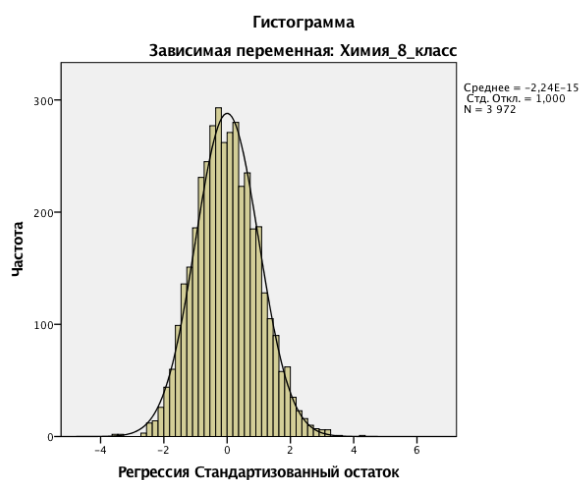


Рис. 142. Гистограмма стандартизованных остатков



Рис. 143. График регрессии стандартизованных остатков

Также обязательным требованием к применению линейного регрессионного анализа является выполнение условия гомоскедастичности, которое должно обеспечивать одинаковый разброс значений зависимой переменной для любых значений независимой переменной. Представленная диаграмма рассеяния разброса стандартизованных остатков в зависимости от стандартизованных предсказанных значений (рис. 144) показывает, что разброс стандартизованных остатков приблизительно одинаков для всех

значений стандартизованной предсказанной величины, то есть соблюдается условие гомоскедастичности [2].

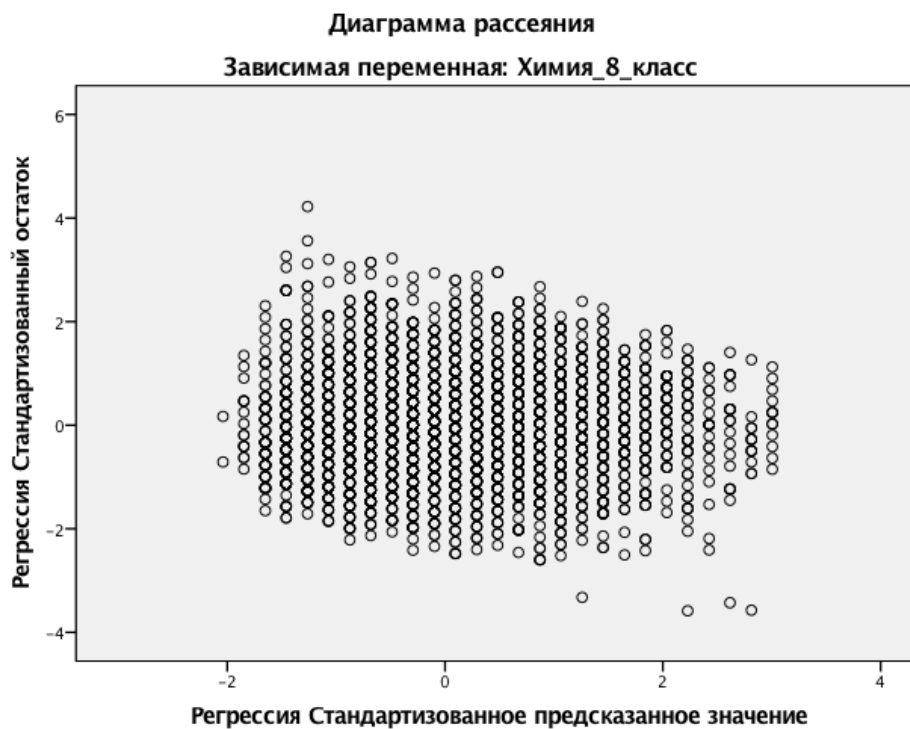


Рис. 144. Диаграмма рассеяния разброса стандартизованных остатков в зависимости от стандартизованных предсказанных значений

Таким образом, проведенный анализ влияния предметных результатов по математике на предметные результаты по физике и химии за 8 класс показал:

- между предметными результатами по математике и предметными результатами по физике и химии за 8 класс существует прямая и заметная связь;
- между предметными результатами по математике и предметными результатами по физике и химии за 8 класс существует статистически значимая положительная линейная зависимость;
- 38,5% вариаций предметных результатов обучающихся 9 классов по физике изменяются при соответствующих вариациях предметных результатов по математике обучающихся 9 классов общеобразовательных организаций Воронежской области;
- 34,5% вариаций предметных результатов обучающихся 9 классов по химии изменяются при соответствующих вариациях предметных результатов по математике обучающихся 9 классов общеобразовательных организаций Воронежской области.

3.2. Исследование влияния предметных результатов по физике на предметные результаты по химии обучающихся 9 классов

У обучающихся 9 классов из 95 общеобразовательных организаций Воронежской области оценивался уровень сформированности планируемых метапредметных (комплексная работа) и предметных результатов (по русскому языку, математике, обществознанию, физике и химии) за 8 класс при реализации основной образовательной программы основного общего образования. В мониторинге приняло участие 4142 обучающихся 9 классов, у которых оценивались уровень сформированности предметных результатов по физике и предметных результатов по химии за 8 класс.

Результаты МИУД обучающихся 9 классов по оценке метапредметных и предметных результатов за 8 класс на уровне основного общего образования представлены в соответствующем отчете [7].

Для проведения оценки влияния предметных результатов по физике на предметные результаты по химии за 8 класс при проведении входного мониторинга индивидуальных учебных достижений обучающихся 9 классов нами использованы статистические методы – корреляционно-регрессионный и однофакторный дисперсионный анализы. Данные методы в своей совокупности позволяют выявить внутренние связи и закономерности влияния предметных результатов по физике на предметные результаты по химии за 8 класс.

Расчеты проведены в соответствии со следующими этапами:

1. Построение корреляционной матрицы и оценка характера связи между переменными.

2. Построение регрессии и выявление математических выражений, характеризующих закономерности отношений между переменными.

В ходе **первого этапа** на основе агрегации данных были получены следующие значения корреляции (табл. 120).

Таблица 120

Корреляционная матрица взаимосвязи результатов мониторинга индивидуальных учебных достижений обучающихся 9 классов по оценке предметных результатов на уровне основного общего образования

	Физика 8 класс
Химия 8 класс	0,586

Исходя из расчетов, представленных в корреляционной матрице (таблица 120), и с учетом шкалы Чеддока [1] для оценки корреляции, можно сделать следующие **выводы**: связь между результатами обучающихся общеобразовательных организаций Воронежской области, принявших участие в мониторинге индивидуальных учебных достижений по учебному предмету «Физика 8 класс», в % от максимального балла, и по учебному

предмету «Химия 8 класс», в % от максимального балла, является **прямой и заметной**.

В соответствии со **вторым этапом** построены регрессии и выявлены математические выражения, характеризующие закономерности отношений между результатами индивидуальных учебных достижений обучающихся 9 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке предметных результатов по физике и предметных результаты по химии за 8 класс на уровне основного общего образования. Для проведения регрессионного анализа было использовано программное средство IBM SPSS Statistics.

В таблице 121 представлен расчет коэффициентов регрессии соотношения результатов индивидуальных учебных достижений обучающихся 9 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке предметных результатов по физике и химии за 8 класс на уровне основного общего образования. На основе расчета определены значения константы и коэффициента с указанием уровней значимости и доверительных интервалов.

Таблица 121

Расчет коэффициентов регрессии

Коэффициенты								
Модель		Нестандартизованные коэффициенты		Стандартизованные коэффициенты	t	Значимость	95,0% Доверительный интервал для B	
		B	Стандартная ошибка	Бета			Нижняя граница	Верхняя граница
1	(Константа)	19,599	,632		31,032	,000	18,361	20,837
	Физика_8 класс	,647	,014	,586	46,581	,000	,620	,675

Итоговое уравнение регрессии для выявления взаимосвязи результатов индивидуальных учебных достижений обучающихся 9 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке предметных результатов по физике и химии за 8 класс на уровне основного общего образования определяется формулой:

$$y = 19,599 + 0,647x \quad (37)$$

Значение коэффициента показывает, что при увеличении предметного результата обучающихся по учебному предмету «Физика 8 класс» на 1% значение предметных результатов по учебному предмету «Химия 8 класс» увеличивается на 0,647%.

Значение стандартизованного коэффициента (19,599) показывает, на сколько стандартных отклонений увеличивается значение предметных результатов по учебному предмету «Химия 8 класс» при увеличении значения предметных результатов по учебному предмету «Физика 8 класс» на

одно стандартное отклонение. Расчет 95% доверительных интервалов для коэффициента регрессии и константы (см. табл. 121), показывает, что в случае представления данной выборки в виде генеральной совокупности коэффициент для нее с 95% надежностью будет находиться в пределах от 0,62 до 0,675.

Вычисленное значение t-критерия Стьюдента $t = 46,581$ (что больше $t_{\text{критическое}} = 1,9605372$), поэтому нулевая гипотеза отклоняется. Кроме того, уровень значимости $p < 0,001$, поэтому нулевая гипотеза отклоняется снова. Следовательно, между результатами индивидуальных учебных достижений обучающихся 9 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке предметных результатов по учебному предмету «Физика 8 класс» и «Химия 8 класс» существует статистически значимая линейная зависимость.

В таблице 122 представлены общие сведения о регрессионной модели. Коэффициент детерминации R-квадрат равен 0,344. Это означает, что 34,4% вариаций предметных результатов обучающихся 9 классов по химии изменяются при соответствующих вариациях предметных результатов по физике обучающихся 9 классов общеобразовательных организаций Воронежской области.

Таблица 122

Общие данные о регрессионной модели

Сводка для модели										
Мо- дель	R	R- квд- рат	Скор- ректи- рован- ный R- квадрат	Стан- дартная ошибка оценки	Статистика изменений					Дарбин- Уотсон
					Изме- нение R квад- квд- рат	Измене- ние F	ст.св. 1	ст.св. 2	Знач. Измене- ние F	
1	,586	,344	,344	16,31431	,344	2169,786	1	4140	,000	1,852

Значение критерия Дарбина-Уотсона, проверяющего выполнение условия независимости наблюдений, находится в пределах $1 < 1,852 < 3$, что свидетельствует о том, что соблюдается условие независимости остатков [2], и соответственно, прогнозирование с помощью метода наименьших квадратов не нарушается. Следовательно, данная модель простой линейной регрессии является адекватной, между переменными существует линейная зависимость.

На рис. 145 представлена линия регрессии, отражающая характер взаимосвязи результатов индивидуальных учебных достижений обучающихся 9 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке предметных результатов по физике и химии за 8 класс на уровне основного общего образования.

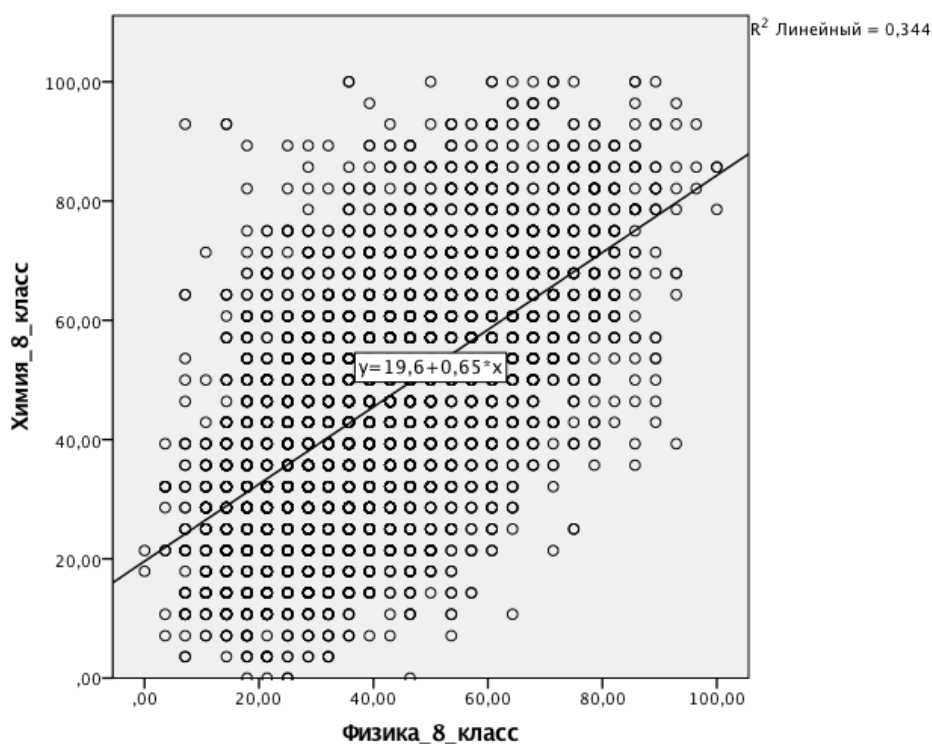


Рис. 145. Регрессия соотношения результатов индивидуальных учебных достижений обучающихся 9 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке предметных результатов по физике и химии за 8 класс на уровне основного общего образования

Таблица 123 отражает результаты однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA) для определения наличия или отсутствия взаимосвязи между переменными.

Таблица 123

Результаты однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA)

ANOVA						
Модель		Сумма квадратов	ст.св.	Средний квадрат	F	Значимость
1	Регрессия	577503,280	1	577503,280	2169,786	,000
	Остаток	1101888,999	4140	266,157		
	Всего	1679392,279	4141			

Значение F-критерия (табл. 123) равно 2169,786 (что больше $F_{\text{критическое}} = 3,84370596$), соответствует достигнутому уровню значимости $p < 0,001$, следовательно, нулевая гипотеза об отсутствии взаимосвязи между переменными отвергается [2]. Таким образом, результаты индивидуальных учебных достижений обучающихся 9 классов общеобразовательных организаций Воронежской области по оценке предметных результатов по учебному предмету «Физика 8 класс» и «Химия 8 класс» тесно связаны.

Для подтверждения правомерности применения линейного регрессионного анализа для данной регрессионной модели распределение остатков представляет форму нормального распределения (рис. 146), график регрес-

сии стандартизованных остатков (рис. 147) представляет собой прямую линию, что говорит о нормальном распределении остатков, а значит, и о соблюдении этого условия проведения линейного регрессионного анализа [2].

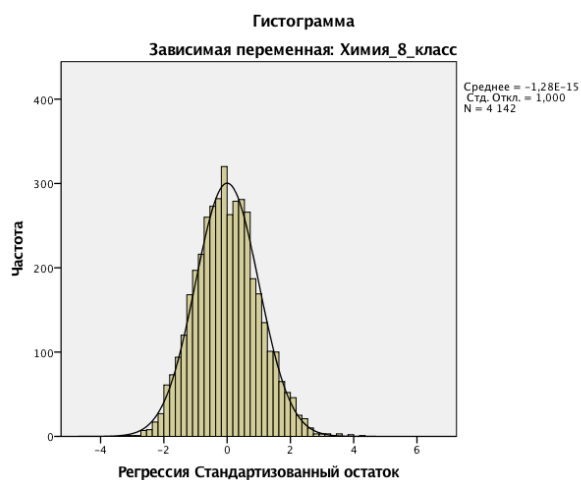


Рис. 146. Гистограмма стандартизованных остатков



Рис. 147. График регрессии стандартизованных остатков

Также обязательным требованием к применению линейного регрессионного анализа является выполнение условия гомоскедастичности, которое должно обеспечивать одинаковый разброс значений зависимой переменной для любых значений независимой переменной. Представленная диаграмма рассеяния разброса стандартизованных остатков в зависимости от стандартизованных предсказанных значений (рис. 148) показывает, что разброс стандартизованных остатков приблизительно одинаков для всех значений стандартизованной предсказанной величины, то есть соблюдается условие гомоскедастичности [2].



Рис. 148. Диаграмма рассеяния разброса стандартизованных остатков в зависимости от стандартизованных предсказанных значений

Таким образом, проведенный анализ влияния предметных результатов по физике на предметные результаты по химии за 8 класс показал:

- между предметными результатами по физике и предметными результатами по химии за 8 класс существует прямая и заметная связь;
- между предметными результатами по физике и предметными результатами по химии за 8 класс существует статистически значимая положительная линейная зависимость;
- 34,4% вариаций предметных результатов обучающихся 9 классов по химии изменяются при соответствующих вариациях предметных результатов по физике обучающихся 9 классов общеобразовательных организаций Воронежской области.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенный анализ взаимного влияния различных результатов мониторинга индивидуальных учебных достижений обучающихся на уровне начального общего и основного общего образования позволил сформулировать следующие общие выводы:

1. Между всеми результатами мониторинга индивидуальных учебных достижений обучающихся на уровне начального общего и основного общего образования существует прямая связь:

– между метапредметными результатами и предметными результатами по учебным предметам на уровне начального общего и основного общего образования;

– между предметными результатами по русскому языку и метапредметными результатами и предметными результатами по учебным предметам на уровне начального общего и основного общего образования;

– между предметными результатами по математике и предметными результатами по физике и химии за 8 класс;

– между предметными результатами по физике и предметными результатами по химии за 8 класс.

2. Между всеми результатами мониторинга индивидуальных учебных достижений обучающихся на уровне начального общего и основного общего образования существует статистически значимая положительная линейная зависимость:

– между метапредметными результатами и предметными результатами по учебным предметам на уровне начального общего и основного общего образования;

– между предметными результатами по русскому языку и метапредметными результатами и предметными результатами по учебным предметам на уровне начального общего и основного общего образования;

– между предметными результатами по математике и предметными результатами по физике и химии за 8 класс;

– между предметными результатами по физике и предметными результатами по химии за 8 класс.

Проведенный анализ зависимости метапредметных и предметных результатов мониторинга индивидуальных учебных достижений обучающихся 5-9 классов на уровне начального общего и основного общего образования позволил сформулировать следующие выводы:

1. Наибольшая связь – прямая и заметная, была обнаружена между следующими метапредметными и предметными результатами мониторинга индивидуальных учебных достижений обучающихся 5-9 классов на уровне начального общего и основного общего образования:

- между метапредметными результатами и предметными результатами по русскому языку и математике на уровне начального общего образования;
- между метапредметными результатами и предметными результатами по русскому языку, математике и английскому языку за 5 класс на уровне основного общего образования;
- между метапредметными результатами и предметными результатами по русскому языку за 6, 7 и 8 классы на уровне основного общего образования.

2. Наибольшая статистически значимая положительная линейная зависимость обнаружена между следующими метапредметными и предметными результатами мониторинга индивидуальных учебных достижений обучающихся 5-9 классов на уровне начального общего и основного общего образования:

- между метапредметными результатами и предметными результатами по русскому языку на уровне начального общего образования (32,7% вариаций предметных результатов обучающихся 5 классов по русскому языку изменяются при соответствующих вариациях метапредметных результатов обучающихся 5 классов общеобразовательных организаций Воронежской области);
- между метапредметными результатами и предметными результатами по математике на уровне начального общего образования (34,3% вариаций предметных результатов обучающихся 5 классов по математике изменяются при соответствующих вариациях метапредметных результатов обучающихся 5 классов общеобразовательных организаций Воронежской области);
- между метапредметными результатами и предметными результатами по русскому языку за 5 класс на уровне основного общего образования (32,4% вариаций предметных результатов обучающихся 6 классов по русскому языку изменяются при соответствующих вариациях метапредметных результатов обучающихся 6 классов общеобразовательных организаций Воронежской области);
- между метапредметными результатами и предметными результатами по математике за 5 класс на уровне основного общего образования (30,6% вариаций предметных результатов обучающихся 6 классов по математике изменяются при соответствующих вариациях метапредметных результатов обучающихся 6 классов общеобразовательных организаций Воронежской области).

Следовательно, наиболее сильно метапредметные результаты мониторинга индивидуальных учебных достижений обучающихся 5-9 классов влияют на предметные результаты по русскому языку и математике на уровне начального общего образования, по русскому языку и математике за 5 класс на уровне основного общего образования.

Проведенный анализ зависимости метапредметных и предметных результатов обучающихся 5-9 классов от предметных результатов мониторинга индивидуальных учебных достижений по русскому языку на уровне начального общего и основного общего образования позволил сформулировать следующие выводы:

1. Наибольшая связь – прямая и заметная, была обнаружена между следующими предметными результатами по русскому языку и метапредметными результатами и предметными результатами мониторинга индивидуальных учебных достижений обучающихся 5-9 классов на уровне начального общего и основного общего образования:

- между предметными результатами по русскому языку и метапредметными результатами и предметными результатами по математике за начальную школу;
- между предметными результатами по русскому языку и метапредметными результатами и предметными результатами по математике и английскому языку за 5 класс;
- между предметными результатами по русскому языку и метапредметными результатами и предметными результатами по математике и обществознанию за 6 класс;
- между предметными результатами по русскому языку и метапредметными результатами и предметными результатами по математике за 7 класс;
- между предметными результатами по русскому языку и метапредметными результатами и предметными результатами по математике, физике и химии за 8 класс.

2. Наибольшая статистически значимая положительная линейная зависимость обнаружена между следующими предметными результатами по русскому языку и метапредметными и предметными результатами по другим учебным предметам обучающихся 5-9 классов на уровне начального общего и основного общего образования:

- между предметными результатами по русскому языку и метапредметными результатами за начальную школу (32,7% вариаций метапредметных результатов изменяются при соответствующих вариациях предметных результатов обучающихся 5 классов по русскому языку общеобразовательных организаций Воронежской области);
- между предметными результатами по русскому языку и предметными результатами по математике за начальную школу (37,7% вариаций предметных результатов обучающихся 5 классов по математике изменяются при соответствующих вариациях предметных результатов по русскому языку обучающихся 5 классов общеобразовательных организаций Воронежской области);
- между предметными результатами по русскому языку и метапредметными результатами за 5 класс (32,4% вариаций метапредметных результа-

тов обучающихся 6 классов изменяются при соответствующих вариациях предметных результатов обучающихся 6 классов по русскому языку общеобразовательных организаций Воронежской области);

– между предметными результатами по русскому языку и предметными результатами по математике за 5 класс (38,7% вариаций предметных результатов обучающихся 6 классов по математике изменяются при соответствующих вариациях предметных результатов по русскому языку обучающихся 6 классов общеобразовательных организаций Воронежской области);

– между предметными результатами по русскому языку предметными результатами по английскому языку за 5 класс (30,1% вариаций предметных результатов обучающихся 6 классов по английскому языку изменяются при соответствующих вариациях предметных результатов по русскому языку обучающихся 6 классов общеобразовательных организаций Воронежской области);

– между предметными результатами по русскому языку и предметными результатами по математике за 6 класс (30,3% вариаций предметных результатов обучающихся 7 классов по математике изменяются при соответствующих вариациях предметных результатов по русскому языку обучающихся 7 классов общеобразовательных организаций Воронежской области);

– между предметными результатами по русскому языку и предметными результатами по математике за 7 класс (31,8% вариаций предметных результатов обучающихся 8 классов по математике изменяются при соответствующих вариациях предметных результатов по русскому языку обучающихся 8 классов общеобразовательных организаций Воронежской области);

– между предметными результатами по русскому языку и предметными результатами по математике за 8 класс (33,4% вариаций предметных результатов обучающихся 9 классов по математике изменяются при соответствующих вариациях предметных результатов по русскому языку обучающихся 9 классов общеобразовательных организаций Воронежской области);

– между предметными результатами по русскому языку и предметными результатами по химии за 8 класс (30,4% вариаций предметных результатов обучающихся 9 классов по химии изменяются при соответствующих вариациях предметных результатов по русскому языку обучающихся 9 классов общеобразовательных организаций Воронежской области).

Следовательно, наиболее сильно предметные результаты по русскому языку влияют на предметные результаты по математике во всех классах на уровне начального общего и основного общего образования, а также на метапредметные результаты обучающихся за начальную школу и 5 класс.

Проведенный анализ зависимости предметных результатов мониторинга индивидуальных учебных достижений обучающихся 9 классов по математике, физике и химии на уровне основного общего образования позволил сформулировать следующие выводы:

1. Наибольшая связь – прямая и заметная, была обнаружена между предметными результатами по математике и предметными результатами по физике и химии за 8 класс, между предметными результатами по физике и предметными результатами по химии за 8 класс.

2. Наибольшая статистически значимая положительная линейная зависимость обнаружена между следующими результатами МИУД обучающихся 9 классов по математике, физике и химии на уровне основного общего образования:

– между предметными результатами по математике и предметными результатами по физике за 8 класс (38,5% вариаций предметных результатов обучающихся 9 классов по физике изменяются при соответствующих вариациях предметных результатов по математике обучающихся 9 классов общеобразовательных организаций Воронежской области);

– между предметными результатами по математике и предметными результатами по химии за 8 класс (34,5% вариаций предметных результатов обучающихся 9 классов по химии изменяются при соответствующих вариациях предметных результатов по математике обучающихся 9 классов общеобразовательных организаций Воронежской области);

– между предметными результатами по физике и предметными результатами по химии за 8 класс (34,4% вариаций предметных результатов обучающихся 9 классов по химии изменяются при соответствующих вариациях предметных результатов по физике обучающихся 9 классов общеобразовательных организаций Воронежской области).

Следовательно, наиболее сильно предметные результаты по математике за 8 класс влияют на предметные результаты по физике и по химии за 8 класс, а также предметные результаты по физике за 8 класс на предметные результаты по химии за 8 класс.

Таким образом, исследование взаимного влияния различных результатов мониторинга индивидуальных учебных достижений обучающихся на уровне начального общего и основного общего образования показало, что метапредметные результаты в основном влияют на предметные результаты по русскому языку и математике (за начальную школу и 5 класс). Предметные результаты по русскому языку влияют в основном на предметные результаты по математике и на метапредметные результаты (за начальную школу и 5 класс). Предметные результаты по математике влияют на предметные результаты по физике и химии за 8 класс, а также предметные результаты по физике за 8 класс влияют на предметные результаты по химии за 8 класс.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бараз, В.Р. Корреляционно-регрессионный анализ связи показателей коммерческой деятельности с использованием программы Excel: учебное пособие [Текст] / В.Р. Бараз. – Екатеринбург: ГОУ ВПО «УГТУ-УПИ», 2005. – 102 с.
2. Гржибовский, А.М. Однофакторный линейный регрессионный анализ / А.М. Гржибовский // Экология человека. – 2008. – № 10. – С. 55-64.
3. Отчет о выполнении научно-исследовательской работы по теме: «Мониторинг индивидуальных учебных достижений обучающихся 5-х классов по учебным предметам при реализации ФГОС начального общего образования муниципальных общеобразовательных организаций Воронежской области» (сентябрь-октябрь 2018 г.)» – URL: http://образованиеврн.рф/wp-content/uploads/electronic_systems/idevaluation/отчеты/Итоговый%20отчет%205%20класс.pdf.
4. Отчет о выполнении научно-исследовательской работы по теме: «Мониторинг индивидуальных учебных достижений обучающихся 6-х классов по учебным предметам при реализации ФГОС основного общего образования муниципальных общеобразовательных организаций Воронежской области» (сентябрь-октябрь 2018 г.)» – URL: http://образованиеврн.рф/wp-content/uploads/electronic_systems/idevaluation/отчеты/Итоговый%20отчет%206%20класс.pdf.
5. Отчет о выполнении научно-исследовательской работы по теме: «Мониторинг индивидуальных учебных достижений обучающихся 7-х классов по учебным предметам при реализации ФГОС основного общего образования муниципальных общеобразовательных организаций Воронежской области» (сентябрь-октябрь 2018 г.)» – URL: http://образованиеврн.рф/wp-content/uploads/electronic_systems/idevaluation/отчеты/Итоговый%20отчет%207%20класс.pdf.
6. Отчет о выполнении научно-исследовательской работы по теме: «Мониторинг индивидуальных учебных достижений обучающихся 8-х классов по учебным предметам при реализации ФГОС основного общего образования муниципальных общеобразовательных организаций Воронежской области» (сентябрь-октябрь 2018 г.)» – URL: http://образованиеврн.рф/wp-content/uploads/electronic_systems/idevaluation/отчеты/Итоговый%20отчет%208%20класс.pdf.
7. Отчет о выполнении научно-исследовательской работы по теме: «Мониторинг индивидуальных учебных достижений обучающихся 9-х классов по учебным предметам при реализации ФГОС основного общего образования муниципальных общеобразовательных организаций Воронежской области» (сентябрь-октябрь 2018 г.)» – URL: http://образованиеврн.рф/wp-content/uploads/electronic_systems/idevaluation/отчеты/Итоговый%20отчет%209%20класс.pdf.

8. Чудинский, Р.М. Концептуальные подходы к разработке и организации системы независимой оценки индивидуальных учебных достижений обучающихся муниципальных образовательных учреждений региона / Р.М. Чудинский, А.С. Быканов, А.А. Володин // Вестник МГОУ. Серия «Педагогика». – 2011. – №3. – С. 129-135.
9. Чудинский, Р.М. Независимая оценка индивидуальных учебных достижений обучающихся: методология теория, практика [Текст] / Р.М. Чудинский, А.А. Володин, А.С. Быканов. – Калуга: – Ваш Дом, 2012. – 253 с.