

Вышэйшая школа

Навукова-метадычны і публіцыстычны часопіс

№ 2, 2017

Нацыянальная сістэма кваліфікацый

Інтэрнацыяналізацыя вышэйшай адукацыі

Роля і значэнне ўніверсітэтаў у фарміраванні
інавацыйных адукацыйных кластэраў

Інтэграцыя адукацыі і самаадукацыі ў сістэме
ўніверсітэцкай падрыхтоўкі спецыяліста



Связь успеваемости студентов БГУ с результатами централизованного тестирования по математике при их поступлении на первый курс

С. В. Абламейко,
ректор, академик НАН Беларуси,
доктор технических наук профессор,

Л. М. Хухлындина,
начальник Главного управления учебной
и научно-методической работы,
кандидат исторических наук доцент,

В. В. Самохвал,
начальник Центра проблем развития образования,
доктор химических наук доцент,

А. В. Барченко,
ведущий специалист
Центра проблем развития образования;
Белорусский государственный университет

Действующими правилами приема в высшие учебные заведения Республики Беларусь предусмотрено проведение вступительного испытания по математике в форме централизованного тестирования (ЦТ) при поступлении на специальности, объединенные по одинаковому перечню профильных вступительных испытаний в 10 групп из 23. В связи с этим представляет интерес, в какой мере знания по математике на уровне средней общеобразовательной школы являются основой для успешного освоения студентами как высшей математики, так и других предметов в вузе.

В соответствии с образовательным стандартом Республики Беларусь для I–XI классов общеобразовательной школы «обучение математике направлено на усвоение не только знаний и способов деятельности, необходимых для повседневных потребностей человека, но и на интеллектуальное и информационное развитие учащихся» [1]. Указанным стандартом предусмотрено овладение понятиями и приемами в основном «элементарной математики», формирование которой началось еще в VI–V вв. до н. э. и завершилось примерно в конце XVI в. Роль математических знаний в повседневной деятельности и интеллектуальном развитии человека постоянно растет. В итоге это привело к появлению термина «математическая культура личности», содержание и компоненты которого непрерывно продолжают изменяться как на бытовом, так и на профессиональном уровне. К концу XX в. под математической культурой личности стали понимать уже не только наличие у нее определенных знаний в области математики, умений и навыков свободного оперирования ими, но и включили в нее такие компоненты, как «математический язык» и «математическое мышление» [2].

Дж. Икрамов в структуру «математического языка» включил «логико-математические символы, графические схемы, чертежи, а также научные термины вместе с элементами естественного языка», т. е. все основные средства, с помощью которых выражается математическая мысль, а «математическое мышление» определил как «совокупность взаимосвязанных логических операций, оперирование как свернутыми, так и развернутыми структурами, знаковыми системами математического языка, а также способность к пространственным представлениям, запоминанию и воображению» [3]. По утверждению В. Н. Худякова, «математическая культура вырастает из общей культуры, являющейся средой и материалом для становления первой» [4]. Математическая культура студентов вуза, по заключению З. С. Акмановой, – это «сложное, динамичное качество личности, характеризующее готовность студента приобретать, использовать и совершенствовать математические знания, умения и навыки в профессиональной деятельности» [5].

Принято считать, что высокая математическая культура абитуриента отражает наличие способностей к освоению и других предметов. Вспомним в связи с этим известный афоризм Н. Бора «математика – это больше, чем наука, это язык» [6] или Р. Бэкона «математика – это дверь и ключ к науке» или «человек, не знающий математики, не способен ни к каким другим наукам» [7]. Математика стала универсальной методологией не только в научных исследованиях, но и в образовании, а проникновение информационно-компьютерных технологий во все сферы жизнедеятельности человека не только все больше усиливает роль его математической культуры в обеспечении карьерного роста, но и ведет к необходимости ее постоянного совершенствования.

В связи с этим к началу нашего исследования предполагалось, что набранные при поступлении баллы на ЦТ по математике должны определять в последующем успеваемость студентов в вузе в большей мере, чем баллы ЦТ по другому профильному предмету. В статье приведены данные о связи успеваемости студентов за первый год обучения с результатами вступительной кампании приема 2014 и 2015 гг. на следующих факультетах БГУ: химическом, экономическом, юридическом (специальность «Правоведение»), механико-математическом, прикладной математики и информатики (ФПМИ), радиофизики и компьютерных технологий, географическом и физическом.

Количественной мерой успеваемости студентов на исследованных факультетах БГУ в данной работе принят средний балл экзаменационных оценок за первый курс обучения. Одновременно для сравнения связи успеваемости с результатами ЦТ по математике и с другими независимыми переменными нами исследована зависимость успеваемости студентов этих же факультетов от балла ЦТ по второму профильному предмету, по белорусскому или русскому языку, от набранного абитуриентом конкурсного балла (сумма баллов ЦТ и среднего балла документа о довузовском образовании) и среднего балла документа о довузовском образовании.

В качестве показателя корреляции в модели линейной регрессии вузовской успеваемости студентов и результатов ЦТ по отдельным предметам и другим независимым переменным нами использовалась абсолютная величина коэффициента детерминации R^2 , интерпретируемого как доля вариации зависимой переменной от независимой [8]. Коэффициент детерминации R^2 является статистической мерой соответствия реальных данных среднего балла успеваемости и баллов ЦТ по отдельным предметам уравнению линейной регрессии. Коэффициент детерминации может изменяться в диапазоне от нуля до единицы. Если он близок к нулю, то это означает, что связь между переменными в регрессионной модели слабая, а если равен нулю, то и вовсе отсутствует. Наоборот, если коэффициент детерминации равен единице, то это означает, что все точки полученной успеваемости лежат точно на линии регрессии, т. е. сумма квадратов их отклонений от линейной зависимости равна нулю. При этом в идеальном случае сумма баллов ЦТ должна соответствовать десятибалльной успеваемости, девятибаллам – девятибалльной и т. д. С учетом того, что на успеваемость студента могут влиять и другие факторы, а средний балл успеваемости не может быть менее четырех, в то время как балл тестирования может быть менее 40, коэффициент детерминации в лучшем случае может лишь приближаться к единице, а угловой коэффициент k в линейной регрессии вида $Y = kx + a - k \cdot 0,1$. Аналогичная методика использовалась российскими авторами для исследования связи результатов единого государственного экзамена и успеваемости в вузе [9] и ранее нами при исследовании связи результатов ЦТ и среднего балла документа о довузовском образовании абитуриентов с их успеваемостью при обучении в БГУ [10].

Интерес к данному исследованию был обусловлен еще и начатой недавно дискуссией о том, что содержание белорусского школьного математического образования устарело. Известные белорусские математики в статье «Сложение минусов» [11] отмечали, что если сравнить современные «школьные программы по математике и столетней давности, то заметна их одинаковость». В то же время, по их заключению, расхождение в содержании современных вузовских образовательных программ по математике и столетней давности огромно. Проведенные ими опросы студентов первого курса механико-математического факультета БГУ показали, что для них самыми

сложными для освоения оказались разделы дискретной математики, которые в белорусских школах не изучаются даже на вводном уровне. В ряде стран комбинаторика, теория вероятности, статистика стали разделами школьного обучения. Программа по математике старшей школы в США содержит элементы теории графов, теории алгоритмов и линейного программирования. Таким образом, изложенное в статье [11] дает основание полагать, что хорошая математическая подготовка на уровне школьного образования в рамках действующего в нашей стране образовательного стандарта не будет гарантировать успешное обучение в вузе, особенно на тех факультетах, где много предметов, относящихся к современным разделам высшей математики.

Кроме того, по мнению бывшего члена Исполкома Международной комиссии по математическому образованию И. Ф. Шарыгина, есть некоторые разделы математики, уровень подготовки по которым плохо охватывается системой тестов [12]. По его мнению, «наиболее тестируемыми» из математических умений являются арифметические, в то же время за пределами возможностей тестовых технологий оказывается почти вся геометрия.

На рис. 1 для примера приведена зависимость среднего балла успеваемости по итогам первого курса обучения студентов факультета радиофизики и компьютерных технологий приема 2015 г. от балла ЦТ по математике (максимальное значение коэффициента детерминации из всех факультетов), а на рис. 2 – та же зависимость на механико-математическом факультете (минимальное значение коэффициента детерминации).

В таблице 1 приведены зависимости среднего балла успеваемости студентов восьми факультетов БГУ приема 2014 и 2015 гг. на первом курсе от баллов ЦТ по предметам вступительных испытаний, от набранного конкурсного балла, от среднего балла документа о довузовском образовании и коэффициенты детерминации R^2 для полученных зависимостей. Из данных таблицы следует, что для студентов, зачисленных в БГУ в 2014 г., лучшим предиктором успеваемости на первом курсе балл ЦТ по математике, в сравнении с другими предметами вступительных испытаний, оказался на экономическом, физическом, юридическом факультетах, прикладной математики и информатики, а в 2015 г. – на физическом, географическом, радиофизики и компьютерных технологий. Замена в 2015 г. ЦТ по математике на юридическом факультете на иностранный язык привела к снижению коэффициента детерминации в зависимости успеваемости от ЦТ по данному предмету в сравнении с 2014 г. более чем в два раза. Кроме того, в 2014 г. на специальности «Правоведение» прогностическая сила успеваемости результатов ЦТ по математике оказалась выше, чем по обществоведению и русскому или белорусскому языку (рис. 3).

На рис. 3, 4 приведены диаграммы величин коэффициентов детерминации R^2 для линейных зависимостей успеваемости студентов первого курса при-

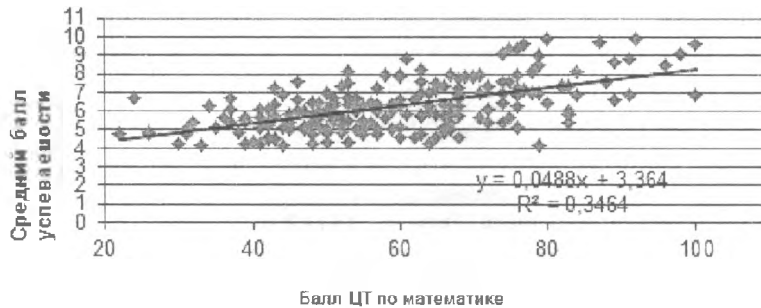


Рис. 1. Зависимость среднего балла успеваемости по итогам первого курса обучения студентов факультета радиофизики и компьютерных технологий приема 2015 г. от балла ЦТ по математике

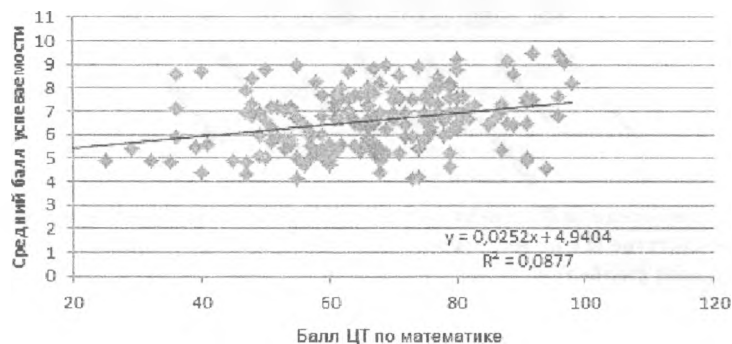


Рис. 2. Зависимость среднего балла успеваемости по итогам первого курса обучения студентов механико-математического факультета приема 2015 г. от балла ЦТ по математике

ема 2014 и 2015 гг. соответственно от результатов ЦТ по трем предметам: математика, второй профильный предмет, белорусский или русский язык. Факультеты на диаграммах размещены в порядке убывания коэффициентов детерминации R^2 в линейных зависимостях успеваемости студентов от балла ЦТ по математике.

Из приведенных на рис. 3, 4 диаграмм видно, что зависимости успеваемости студентов механико-математического факультета в сравнении с другими факультетами слабее коррелируют с баллами ЦТ по математике. То же можно сказать об успеваемости на факультете прикладной математики и информатики.

На рис. 5 приведена диаграмма зависимости коэффициента детерминации R^2 для линейных зависимостей успеваемости студентов первого курса приема 2015 г. от набранного конкурсного балла и среднего балла документа о довузовском образовании.

Из рис. 5 следует, что средний балл документа о довузовском образовании оказался лучшим предиктором успеваемости, в сравнении с набранным конкурсным баллом на экономическом, механико-математическом факультетах и факультете прикладной математики и информатики.

Таким образом, полученные в настоящей работе результаты показали, что обновление содержания учебного предмета «Математика» для средней общеобразовательной школы является актуальной задачей, а технология централизованного тестирования абитуриентов должна постоянно совершенствоваться в направлении не только достижения более объективной

оценки знаний абитуриентов, но и их творческого потенциала.

Список использованных источников

1. Образовательный стандарт учебного предмета «Математика» (I–XI классы): утв. постановлением М-ва образования Респ. Беларусь от 29.05.2009 г. № 32 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.edu.gov.by/main.aspx?guid=14421>. – Дата доступа: 03.04.2015.
2. Математическая культура субъекта образовательного процесса: опыт системного анализа / В. М. Гальинский [и др.] // Образование и педагогическая наука: тр. Нац. ин-та образования. Вып. 1. Модели и концепции. Серия 3: Математическое и естественнонаучное образование / редкол.: С. А. Гуцанович [и др.]. – Минск: НИО, 2007. – С. 29–48.
3. Икрамов, Дж. Математическая культура школьника. Методические аспекты проблемы развития мышления и языка школьников при обучении математике / Дж. Икрамов. – Ташкент: Изд-во «ТашГПИ им. Низами», 1983. – С. 280.
4. Худяков, В. Н. Формирование математической культуры учащихся начального профильного образования: дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.01 / В. Н. Худяков. – Магнитогорск, 2002. – С. 349.
5. Акманова, З. С. Развитие математической культуры студентов университета в процессе профессиональной подготовки: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.08 / З. С. Акманова. – Магнитогорск, 2005. – С. 171.
6. Глушков, В. М. Роль математики в современной науке [Электронный ресурс] / В. М. Глушков. – Режим доступа: www.mathsace.com/rol-matematiki-v-sovremennoj-nauke/. – Дата доступа: 03.04.2015.
7. Математика для школы. Цитаты и афоризмы о математике [Электронный ресурс]. – Режим доступа: math4school.ru/citation.html. – Дата доступа: 03.04.2015.

8. Коэффициент детерминации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.basegroup.ru/glossary_ajax/definitions/coef_determination/. – Дата доступа: 29.08.2015.

9. Пальдин, О. В. Прогнозирование успеваемости в вузе по результатам ЕГЭ / О. В. Пальдин // Прикладная экономика. – 2011. – № 1. – С. 56–59.

10. Связь результатов централизованного тестирования и среднего балла документа о довузовском образовании абиту-

риентов с их успеваемостью при обучении в БГУ / С. В. Абламейко [и др.] // Вышэйшая школа. – 2014. – № 5. – С. 11–15.

11. Корзюк, В. И. Сложение минусов / В. И. Корзюк, О. И. Мельников, Н. И. Юрчук // Советская Белоруссия. – 2016. – № 40(24922).

12. Шарыгин, И. Ф. Что плохого в тестах? [Электронный ресурс] / И. Ф. Шарыгин. – Режим доступа http://www.mcsme.ru/edu/index.php?ikey=shar_4_min. – Дата доступа: 13.12.2006.

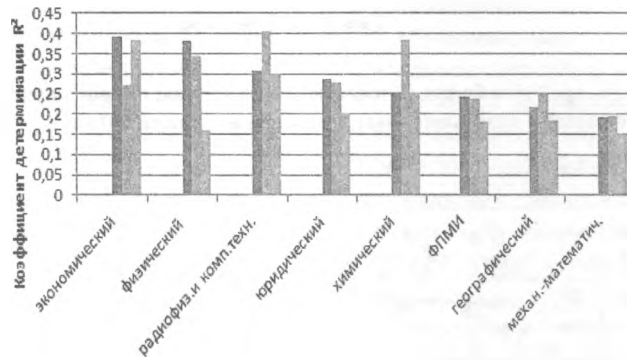


Рис. 3. Коэффициенты детерминации R^2 для линейных зависимостей успеваемости студентов первого курса приема 2014 г. от результатов ЦТ по математике (левый столбец), по второму профильному предмету (центральный столбец), по белорусскому или русскому языку (правый столбец)

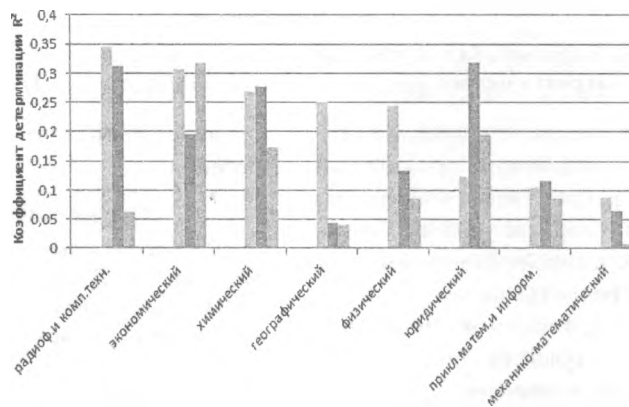


Рис. 4. Коэффициенты детерминации R^2 для линейных зависимостей успеваемости студентов первого курса приема 2015 г. от результатов ЦТ по математике (левый столбец), по второму профильному предмету (центральный столбец), по белорусскому или русскому языку (правый столбец)*

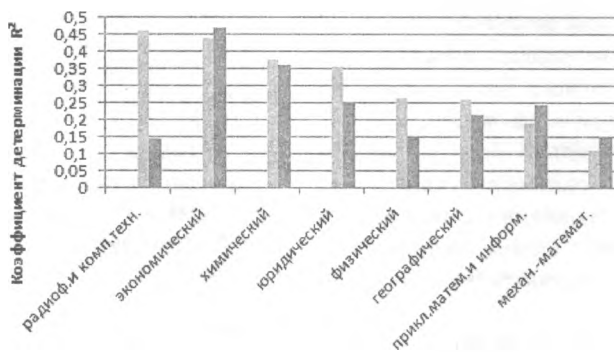


Рис. 5. Коэффициенты детерминации R^2 для линейных зависимостей успеваемости студентов первого курса приема 2015 г. от набранного конкурсного балла (левый столбец) и среднего балла документа о довузовском образовании (правый столбец)

* На юридическом факультете на специальности «Правоведение» в 2015 г. ЦТ по математике заменено на иностранный язык.

Таблица 1

Зависимости среднего балла успеваемости студентов первого курса БГУ приема 2014 и 2015 гг. от баллов ЦТ по предметам вступительных испытаний, от набранного конкурсного балла, от среднего балла аттестата и коэффициенты детерминации R^2 для полученных зависимостей

Год приема на первый курс	Коэффициенты детерминации R^2 и зависимости среднего балла успеваемости по итогам первого курса от				
	Балла ЦТ по математике	Балла ЦТ по другому профильному предмету	Балла ЦТ по белорусскому или русскому языку	Конкурсного балла	Балла документа о довузовском образовании
Факультет радиофизики и компьютерных технологий					
2014	$y = 0,048x + 3,3707$ $R^2 = 0,3073$	физика $y = 0,044x + 3,5064$ $R^2 = 0,4065$	$y = 0,0418x + 3,6068$ $R^2 = 0,2993$	$y = 0,0205x + 0,646$ $R^2 = 0,531$	$y = 1,218x - 4,5652$ $R^2 = 0,3734$
2015	$y = 0,0488x + 3,364$ $R^2 = 0,3464$	$y = 0,0443x + 3,5847$ $R^2 = 0,3115$	$y = 0,0215x + 4,8335$ $R^2 = 0,062$	$y = 0,0246x - 0,4841$ $R^2 = 0,4599$	$y = 0,8485x - 1,2928$ $R^2 = 0,1434$
Экономический факультет					
2014	$y = 0,04x + 4,548$ $R^2 = 0,3929$	иностраный язык $y = 0,0346x + 4,5017$ $R^2 = 0,2732$	$y = 0,0388x + 4,1744$ $R^2 = 0,3835$	$y = 0,0156x + 2,6236$ $R^2 = 0,4954$	$y = 1,1436x - 3,6194$ $R^2 = 0,4352$
2015	$y = 0,0373x + 5,0328$ $R^2 = 0,3078$	$y = 0,0294x + 5,0265$ $R^2 = 0,1951$	$y = 0,041x + 4,0503$ $R^2 = 0,3177$	$y = 0,0167x + 2,458$ $R^2 = 0,441$	$y = 1,259x - 4,3588$ $R^2 = 0,4682$
Физический факультет					
2014	$y = 0,0497x + 3,3791$ $R^2 = 0,3802$	физика $y = 0,0378x + 3,7864$ $R^2 = 0,3424$	$y = 0,0272x + 4,4795$ $R^2 = 0,1589$	$y = 0,0156x + 2,1026$ $R^2 = 0,3871$	$y = 0,5038x + 1,447$ $R^2 = 0,1018$
2015	$y = 0,0329x + 4,3401$ $R^2 = 0,2442$	$y = 0,0231x + 4,818$ $R^2 = 0,133$	$y = 0,0196x + 4,9065$ $R^2 = 0,0866$	$y = 0,0133x + 2,7456$ $R^2 = 0,2664$	$y = 0,6316x + 0,5261$ $R^2 = 0,1526$
Химический факультет					
2014	$y = 0,0402x + 4,6592$ $R^2 = 0,2523$	химия $y = 0,0421x + 4,3692$ $R^2 = 0,3845$	$y = 0,0362x + 4,6056$ $R^2 = 0,2534$	$y = 0,0192x + 1,4962$ $R^2 = 0,4839$	$y = 1,5625x - 7,242$ $R^2 = 0,444$
2015	$y = 0,0266x + 5,6808$ $R^2 = 0,2689$	$y = 0,0285x + 5,3654$ $R^2 = 0,2769$	$y = 0,0286x + 5,195$ $R^2 = 0,1738$	$y = 0,0128x + 3,4637$ $R^2 = 0,3788$	$y = 1,0963x - 2,7249$ $R^2 = 0,3603$
Географический факультет					
2014	$y = 0,0235x + 6,5427$ $R^2 = 0,216$	география $y = 0,0243x + 6,183$ $R^2 = 0,2512$	$y = 0,0172x + 6,5632$ $R^2 = 0,185$	$y = 0,0097x + 6,0325$ $R^2 = 0,2986$	$y = 0,6615x + 1,7387$ $R^2 = 0,346$
2015	$y = 0,0224x + 6,632$ $R^2 = 0,2503$	$y = 0,0097x + 7,0633$ $R^2 = 0,042$	$y = 0,01x + 6,9902$ $R^2 = 0,0409$	$y = 0,0115x + 4,6634$ $R^2 = 0,2623$	$y = 0,7462x + 0,9788$ $R^2 = 0,2152$
Юридический факультет, специальность «Правоведение»					
2014	$y = 0,0362x + 5,2868$ $R^2 = 0,2868$	обществоведение $y = 0,0371x + 4,186$ $R^2 = 0,2771$	$y = 0,0308x + 4,9554$ $R^2 = 0,2039$	$y = 0,0163x + 2,4328$ $R^2 = 0,4123$	$y = 1,2761x - 4,547$ $R^2 = 0,3629$
2015	$y = 0,0241x + 5,7068$ $R^2 = 0,1252$ (вместо математики – иностранный язык)	$y = 0,0446x + 3,6699$ $R^2 = 0,3177$	$y = 0,0323x + 4,7774$ $R^2 = 0,1956$	$y = 0,0168x + 1,9771$ $R^2 = 0,3568$	$y = 0,9098x - 0,9628$ $R^2 = 0,2497$
Факультет прикладной математики и информатики					
2014	$y = 0,0378x + 3,9754$ $R^2 = 0,2443$	физика $y = 0,0323x + 3,9754$ $R^2 = 0,2371$	$y = 0,0307x + 4,1379$ $R^2 = 0,1815$	$y = 0,0131x + 3,4721$ $R^2 = 0,2431$	$y = 1,2131x - 4,7525$ $R^2 = 0,2875$
2015	$y = 0,0316x + 4,2304$ $R^2 = 0,1044$	$y = 0,0325x + 4,3195$ $R^2 = 0,1156$	$y = 0,0294x + 4,4086$ $R^2 = 0,0863$	$y = 0,016x + 1,4554$ $R^2 = 0,19$	$y = 1,3282x - 5,545$ $R^2 = 0,244$
Механико-математический факультет					
2014	$y = 0,0288x + 4,5148$ $R^2 = 0,1909$	физика $y = 0,027x + 4,7479$ $R^2 = 0,196$	$y = 0,026x + 4,7778$ $R^2 = 0,1499$	$y = 0,0118x + 3,1604$ $R^2 = 0,261$	$y = 0,7468x - 0,2903$ $R^2 = 0,1895$
2015	$y = 0,025x + 4,9404$ $R^2 = 0,0877$	$y = 0,021x + 5,3524$ $R^2 = 0,0653$	$y = 0,0079x + 6,0315$ $R^2 = 0,0081$	$y = 0,0125x + 2,9759$ $R^2 = 0,1094$	$y = 0,9096x - 1,5857$ $R^2 = 0,15$