

Организация и результаты эксперимента по разработанной методике курса «Алгоритмы и алгоритмические структуры»

3.1 Цель и гипотеза эксперимента

Цель эксперимента: проверка эффективности предполагаемого содержания и разработанной педагогической методике в экспериментальном курсе «Алгоритмы и алгоритмические структуры» по сравнению со стандартным базовым курсом для подготовки школьников к применению данной темы во время сдачи экзаменов, ЕГЭ и в будущей профессиональной деятельности.

Гипотеза эксперимента заключалась в следующем:

Применение научно-обоснованного содержания и методики подготовки школьников:

- повысит уровень подготовки учащихся к применению данной темы в развитии алгоритмического мышления;
- познакомит учащихся с различными аспектами применения алгоритмов в социальной жизни;
- сформирует профессиональную готовность к использованию алгоритмов;
- увеличит практическую направленность и творческую активность учащихся по применению алгоритмического мышления в будущей профессиональной деятельности.

Результаты эксперимента были обработаны с помощью методов математической статистики [Грабарь М.И 21], [Ительсон Л.Б. 35], [Маслак], [Немов Р.С. 71], [Нурмухамедов], [Сироткина].

Обработка результатов велась по 4-м этапам (I-IV).

3.2. Доступность теста и сравнение знаний групп

В ходе эксперимента проводилось тестирование для определения уровня подготовки алгоритмического мышления в будущей профессиональной деятельности.

Тест из 22-ух вопросов «Определение уровня подготовки школьников к применению алгоритмического мышления», входной контроль (до изучения темы «Алгоритмы и алгоритмические структуры»).

Определим доступность этого теста из 22-х вопросов.

Для контрольной группы:

Таблица 1. Результаты теста.

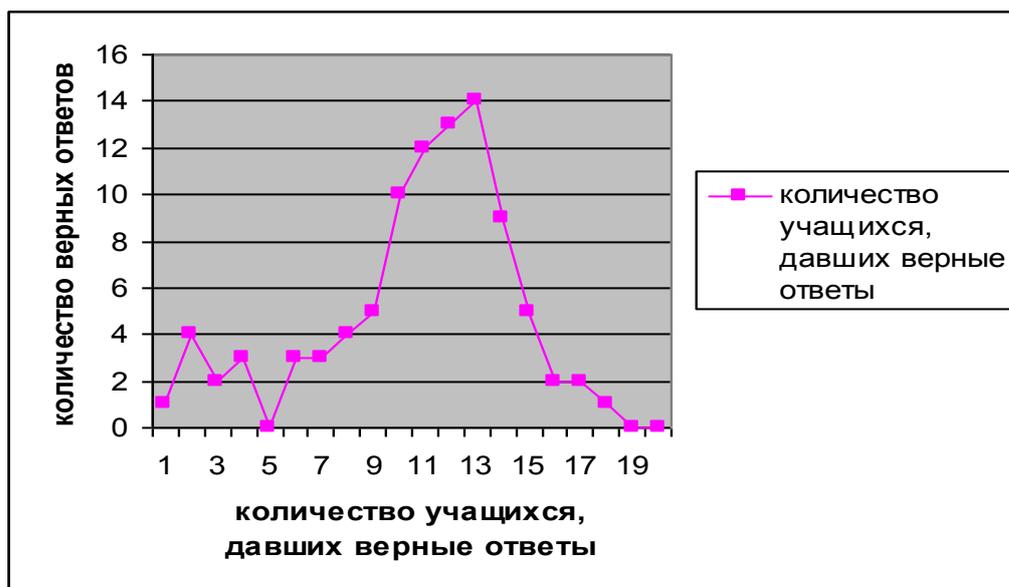
I	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
II	1	4	2	3	0	3	3	4	5	10	12	13	14	9	5	2	2	1	0	0

Здесь строка

I - количество правильных ответов;

II - количество учащихся, давших правильные ответы.

Соответствующий график 1 «Результаты теста в контрольной группе».

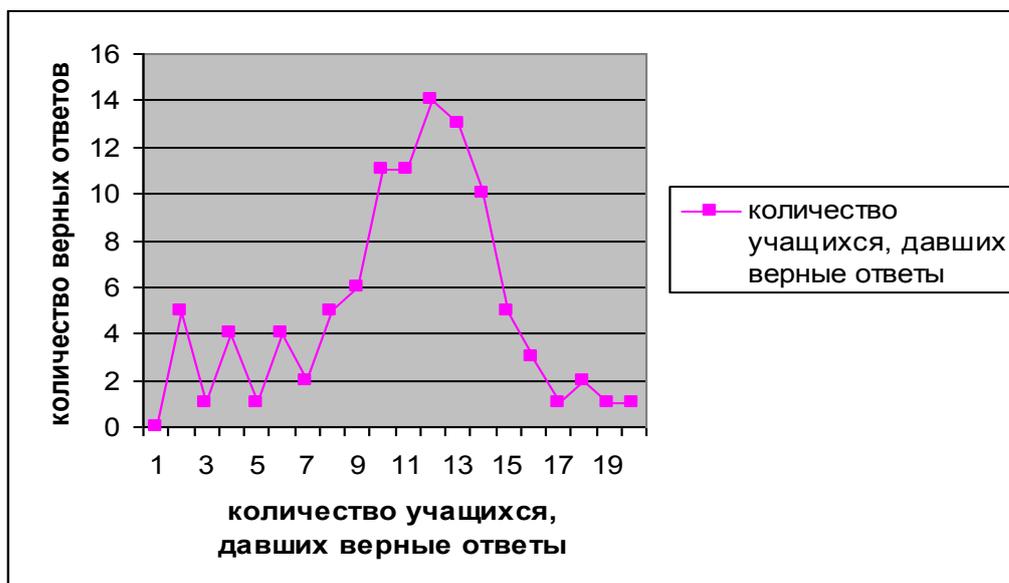


Для экспериментальной группы:

Таблица 2. Результаты теста.

I	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
II	0	5	1	4	1	4	2	5	6	11	11	14	13	10	5	3	1	2	1	1

Соответствующий график 2 «Результаты теста в экспериментальной группе».



Автор: Алябьева Н.М. – учитель информатики и ИКТ ГБОУ ЦО №1430

Тест из 22-ух вопросов «Определение уровня подготовки школьников к применению алгоритмического мышления», выходной контроль (после изучения темы «Алгоритмы и алгоритмические структуры»):

Определим доступность этого теста из 22-х вопросов.

Для контрольной группы:

Таблица 1. Результаты теста.

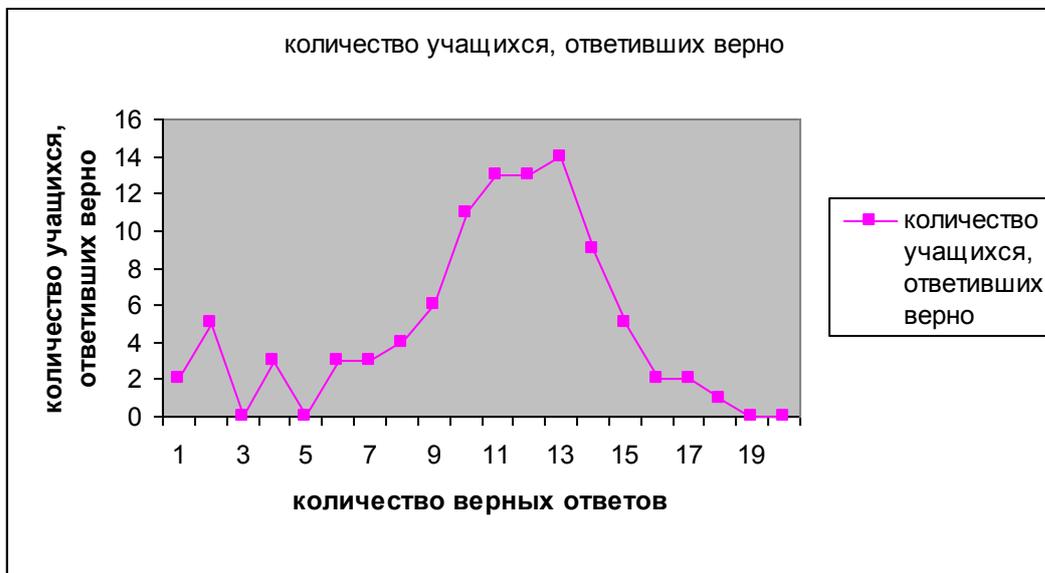
I	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
II	2	5	0	3	0	3	3	4	6	11	13	13	14	9	5	2	2	1	0	0

Здесь строка

I - количество правильных ответов;

II - количество учащихся, давших правильные ответы.

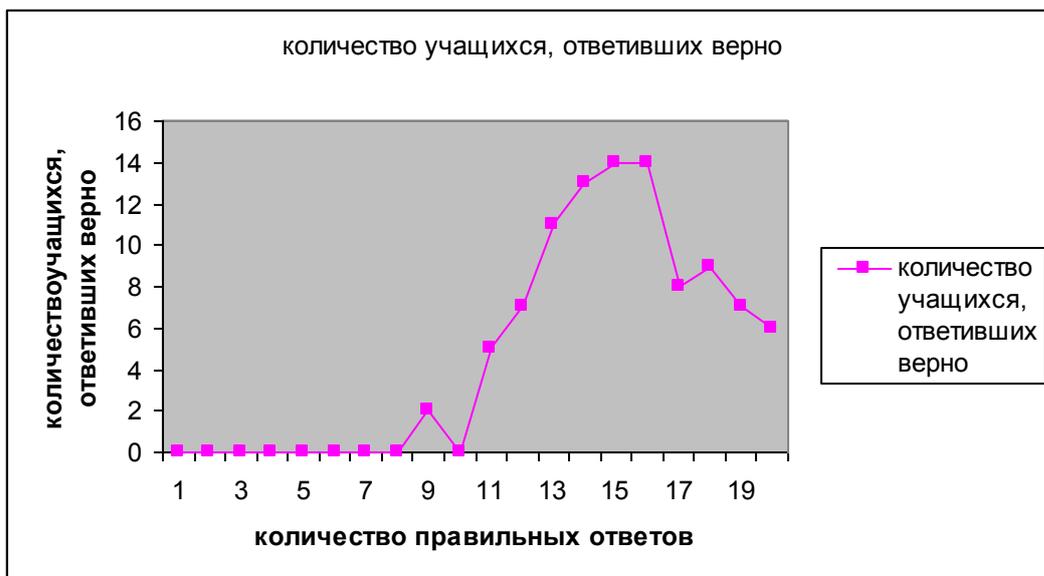
Соответствующий график 3 «Результаты теста в контрольной группе».



Для экспериментальной группы:

Таблица 2. Результаты теста.

I	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
II	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	5	7	11	13	14	14	8	9	7	6



Соответствующий график 4 « Результаты теста в экспериментальной группе».

Определение уровня подготовки учащихся проводилось в двух группах: в экспериментальной и в контрольной группах, не изучающих экспериментальный курс (проводился только традиционный курс "Основы алгоритмизации и программирование "). В экспериментальной группе уровень верных ответов колебался от 62% до 97%, тогда как в контрольной - от 14% до 66%.

График сравнения количества верных ответов в экспериментальной и контрольной группах.



Проверим нулевую гипотезу: изучение курса "Основы алгоритмизации и программирование" стохастически [Грабарь М.И. с.27] увеличивает количество верных ответов на тест и, таким образом, дает лучшую подготовку по данной теме.

Автор: Алябьева Н.М. – учитель информатики и ИКТ ГБОУ ЦО №1430

Кроме того, были рассчитаны **описательные** статистические параметры из п.3 [Корн., с.545] – в таблице ниже.

<i>Статистические параметры</i>	<i>количество учащихся, давших верные ответы в контрольной группе</i>	<i>Статистические параметры</i>	<i>количество учащихся, давших верные ответы в экспериментальной группе</i>
Среднее	4,8	Среднее	4,8
Стандартная ошибка	1,047804723	Стандартная ошибка	1,180098123
Медиана	3	Медиана	3,5
Мода	0	Мода	0
Стандартное отклонение	4,685925174	Стандартное отклонение	5,277559244
Дисперсия выборки	21,95789474	Дисперсия выборки	27,85263158
Экссесс	-0,460936728	Экссесс	-1,152490979
Асимметричность	0,917593885	Асимметричность	0,580713865
Интервал	14	Интервал	14
Минимум	0	Минимум	0
Максимум	14	Максимум	14
Сумма	96	Сумма	96
Счет	20	Счет	20
Наибольший(1)	14	Наибольший(1)	14
Наименьший(1)	0	Наименьший(1)	0
Уровень надежности(95,0%)	2,193080484	Уровень надежности(95,0%)	2,469973752
<i>корреляция</i>	<i>Столбец 1</i>	<i>Столбец 2</i>	
Столбец 1	1		
Столбец 2	0,260444473	1	

Ниже по наиболее чувствительному критерию Вилкоксона-Манна-Уитни [Грабарь М.И. с.83, 87-89; 122] была рассчитана степень различия уровней подготовки у школьников контрольной и экспериментальной групп. Этот критерий предназначен для выявления различий в распределении изучаемого свойства у объектов двух совокупностей на основе сравнения результатов изучения данного свойства у членов независимых выборок, сделанных у этих совокупностей по шкале порядка [Грабарь М.И. с.16, 19,118].

Автор: Алябьева Н.М. – учитель информатики и ИКТ ГБОУ ЦО №1430

Пусть случайная переменная x - число правильных ответов студентов первой выборки (экспериментальной), а случайная переменная y - число правильных ответов второй выборки (контрольной). Объем первой выборки $n_1=15$, объем второй $n_2=10$, т.е. объем выборок небольшой [Грабарь М.И. с.118].

Таким образом, имеем две серии независимых [Грабарь М.И. с.39] наблюдений над случайными переменными x и y со значениями, равными количеству верных ответов:

x : 15,17,16,15,12,12,10,11,19,14,17,10,14,16,19.

y : 8,4,12,13,12,17,6,16,9,10.

Упорядочим выборки по невозрастанию:

Экспериментальная группа x_i : 19,19,17,17,16,16,15,15,14,14,13,13,11,10,10.

Контрольная группа y_j : 17,16,13,12,12, 10,9,8,6,4.

Объединим обе серии наблюдений в одну выборку с количеством членов $N=25$, члены этой выборки запишем в ряд по неубыванию значений. Затем этот ряд ранжируем, т.е. припишем каждому значению x_i и y_j ранг R_m , численно равный месту, на котором стоит это значение в ряду; укажем $K_m > 1$ - количество одинаковых рангов. Для одинаковых значений x и y , ранг будет дробный при четном K_m и одинаков и, поэтому первоочередность x или y не играет роли.

Значение переменных x и y , и соответствующий им ранг R и количество одинаковых рангов запишем в форме таблицы 2.

Таблица 2. «Ранжирование объединённой выборки экспериментальной (x) и контрольной (y) групп».

№	x_i	y_j	R_m	K_m	№	x_i	y_j	R_m	K_m
1.		4	1		14.	14		14.5	
2.		6	2		15.	14		14.5	2
3.		8	3		16.	15		16.5	
4.		9	4		17.	15		16.5	2
5.		10	6	3	18.	16		19	
6.	10		6		19.	16		19	
7.	10		6		20.		16	19	3
8.	11		8		21.	17		22	
9.		12	9.5	2	22.		17	22	
10.		12	9.5		23.	17		22	3
11.	13		12	3	24.	19		24.5	
12.	13		12		25.	19		24.5	2
13.		13	12						

Автор: Алябьева Н.М. – учитель информатики и ИКТ ГБОУ ЦО №1430

На основе данных таблицы 2 подсчитаем значение статистики критерия T по формуле [Грабарь М.И. с.93];

$$T = S - \frac{n \cdot (n+1)}{2}, \text{ где } n = \min(n_1, n_2) = 10:$$

где S - сумма рангов, приспанных членам только y-выборки (меньшего объема): n

$$S = \sum_{i=1} R_i .$$

Для таблицы 2 имеем:

$$S = 88; T = 33.$$

Предположим, что значение переменной x в среднем выше, чем значение переменной y. Для доказательства этой гипотезы используем односторонний критерий [Грабарь М.И. с.87-89]. Проводим отклонение на уровне значимости $\alpha=0,05$ нулевой гипотезы H_0 : вероятность $P(x < y) \geq 0,5$ (при наблюдаемом значении $T > W_\alpha$), либо принятие при альтернативе H_1 : $P(x > y) \geq 0,5$ с достоверностью $1-\alpha=0,95$ (при $T < W_{1-\alpha}$),

$$W_\alpha = \frac{n_1 \cdot n_2}{2} + x_\alpha \cdot \sqrt{\frac{n_1 \cdot n_2 (n_1 + n_2 + 1) - \sum (K^3 - K)}{12}},$$

где $X_{0,05} = 1,64$, $K_m = (3,2,3,2,2,3,3,2)$ – число членов ряда с одинаковым рангом R_m ; $KR=8$ – их общее количество; сумма $\sum (K^3 - K)$ по всем 8-ми одинаковым R_m $\Sigma=24+6+24+6+6+24+24+6 = 120$, $W_\alpha = 104.107$ при $\alpha = 0,05$, $W_{1-\alpha} = n_1 n_2 - W_\alpha = 150 - 104.107 = 45.893$, т.е. $T = 33 < 45.893 = W_{1-\alpha}$.

Следовательно, с достоверностью не ниже 95% значение результатов тестирования в экспериментальной группе выше, чем в контрольной группе.

3.3 Критерии оценки итоговых программ на VBA

Одной из основных целей проведения курса «Основы алгоритмизации и программирование» была развитие алгоритмического мышления с целью дальнейшего применения при решении алгоритмических задач, построения к ним блок-схем и написания программ, а так же применения в будущей профессиональной деятельности.

Для измерения критериев оценки алгоритмического мышления был произведен анализ качества знаний учащихся, составлена таблица сравнения усвояемости основных понятий курса «Основы алгоритмизации и программирование» в контрольной и экспериментальной группах.

Автор: Алябьева Н.М. – учитель информатики и ИКТ ГБОУ ЦО №1430

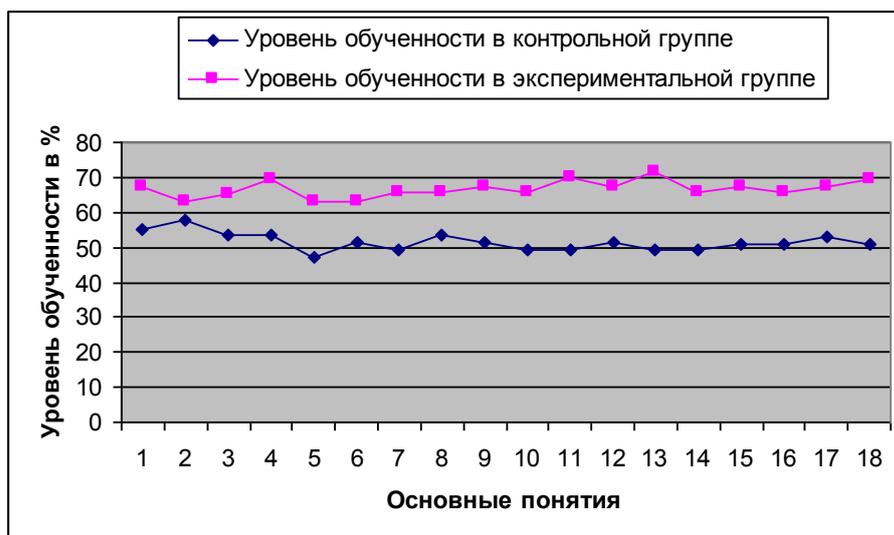
Таблица сравнения усвоения основных понятий курса «Основы алгоритмизации и программирование» в контрольной и экспериментальной группах.

Основные понятия	Количество учащихся, получивших оценки (группы по 15 человек, всего 30 человек)							
	Контрольная				Экспериментальная			
	«5»	«4»	«3»	«2»	«5»	«4»	«3»	«2»
Основные алгоритмические структуры	1	8	6	0	3	10	2	0
Линейные алгоритмы	2	7	6	0	2	10	3	0
Объект Image, его свойства, свойства объекта Label.	1	7	7	0	2	11	2	0
Арифметические, строковые и логические выражения	1	7	7	0	3	11	1	0
Объявление переменных и присваивание им значений. Датчик случайных чисел	0	6	9	0	2	10	3	0
Алгоритмическая структура «Ветвление» в VBA.	1	6	8	0	2	10	3	0
Понятие функции в языке VBA. Математические и строковые функции	0	7	8	0	3	9	3	0
Функции преобразования типов данных. Функции даты и времени.	1	7	7	0	3	9	3	0
Алгоритмическая структура «Вложенное ветвление» в VBA. Создание проекта	1	6	8	0	3	10	2	0
Метки и их свойства. Множественный выбор Case.	0	7	8	0	3	9	3	0
Алгоритмическая структура «Цикл» в VBA. Блок-схемы циклов со счетчиком, предусловием и постусловием.	0	7	8	0	4	9	2	0
Создание диалоговых программ.	1	6	8	0	3	10	2	0
Вспомогательный алгоритм. Событийные и общие процедуры. Область видимости процедур	0	7	8	0	4	10	1	0
Понятие массива. Работа с массивами. Заполнение массива, поиск в массивах	0	7	8	0	3	9	3	0
Сортировка массива	0	8	7	0	3	10	2	0
Двумерные массивы и вложенные циклы	0	8	7	0	3	9	3	0
Вспомогательный алгоритм и массивы	0	9	6	0	3	10	2	0
Решение задач формата ЕГЭ	0	8	7	0	3	11	1	0

Рассчитаем качество знаний и уровень обученности по каждому основному понятию в контрольной и экспериментальной группах, построим графики и проанализируем результат.

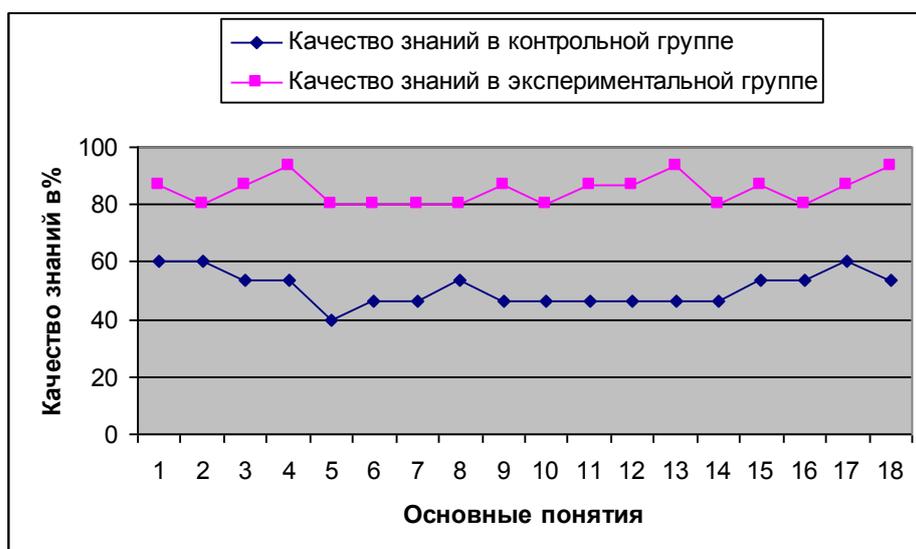
Следовательно, уровень обученности и качество знаний в экспериментальной группе выше, чем в контрольной. Полученные данные являются доказательством развития алгоритмического мышления у учащихся экспериментальной группы в результате применения данной авторской методики «Основы алгоритмизации и программирование».

График сравнения уровня обученности в контрольной и экспериментальной группах



Средний уровень обученности в экспериментальной группе - 66,68%, а в контрольной – 51,40%. Среднее значение качества знаний в экспериментальной группе – 84,81%, а в контрольной – 50,74%. Следовательно, в среднем качество знаний и уровень обученности выше в экспериментальной по сравнению с контрольной.

График сравнения качества знаний в контрольной и экспериментальной группах



3.4 Отношение к ИКТ

Поскольку одной из основных целей проведения курса "Алгоритмы и алгоритмические структуры" было научить учащихся практически применять алгоритмическое мышление в будущей профессиональной деятельности, одним из важных показателей эффективности предлагаемого курса является критерий сформированности практической направленности знаний школьников по их

Автор: Алябьева Н.М. – учитель информатики и ИКТ ГБОУ ЦО №1430

использованию в дальнейшей работе. К критериям сформированности практической направленности знаний учащихся относятся:

- положительное отношение школьников к учебным занятиям по курсу "Алгоритмы и алгоритмические структуры" и отдельным ее формам,
- удовлетворенность студентов знаниями, полученными на занятиях и осознание их необходимости;
- деятельное отношение школьников к овладению знаниями, умениями и навыками по использованию алгоритмического мышления в дальнейшей деятельности, выборе профессии;
- интерес и удовлетворенность учащихся самостоятельной работой в ходе изучения курса "Алгоритмы и алгоритмические структуры";
- самооценка школьников своей самостоятельной работы по курсу "Алгоритмы и алгоритмические структуры";
- отношение учащихся к заданиям.

Для определения критериев практической направленности знаний учащихся была адаптирована соответствующая методика [Термиркулова 107], разработана анкета, позволяющая определять коэффициент практической направленности знаний школьников профильных классов при изучении курса "Алгоритмы и алгоритмические структуры", который определяется на основе оценки положительных поведенческих и эмоциональных отношений школьников к вышеназванному курсу. В этой анкете вопросы № 2,3,5,11 характеризуют положительное отношение школьников к курсу, вопросы № 1,6,9,10 поведенческое отношение, вопросы № 4,7,8 - эмоциональное.

Анкета состоит из двух колонок. В левой колонке содержатся вопросы, раскрывающие содержание практической направленности знаний студентов, в правой - четыре типа ответов на каждый вопрос. Выбор ответов первого типа отражает наиболее положительную самооценку (++), второго - скорее положительную, чем отрицательную (+-), третьего - скорее отрицательную, чем положительную (-+), четвертого типа – отрицательную (--). Приведем данные анкетирования в виде таблиц, которые показывают количество студентов выбравших данный тип ответа на данный вопрос.

Анкета определения практической направленности знаний школьников при подготовке к применению знаний в учебной деятельности.

№	Вопросы анкеты	Ответы	Тип
1	Нравится ли Вам предмет информатика?	Очень нравится	++
		Скорее нравится, чем не нравится	+-
		Скорее не нравится, чем нравится	-+
		Не нравится	--
2	Нравятся ли Вам занятия?	Очень нравится	++
		Скорее нравится, чем не нравится	+-
		Скорее не нравится, чем нравится	-+
		Не нравится	--
3	Какое значение имеет для Вас занятия в плане подготовки в ВУЗ?	Очень большое	++
		Достаточно большое	+-
		Не достаточное	-+
		Почти никакого	--
4	Доставляют ли Вам удовлетворение занятия?	Очень большое	++
		Достаточно большое	+-
		Недостаточное	-+
		Почти никакого	--
5	Можно ли использовать полученные знания при поступлении в ВУЗ?	Да	++
		Скорее да, чем нет	+-
		Скорее нет, чем да	-+
		Нет	--
6	Много ли времени Вы уделяете изучению достижений в области алгоритмики?	Очень много	++
		Достаточно много	+-
		Недостаточно	-+
		Почти не уделяю	--
7	С интересом ли Вы выполняете контрольные работы?	Делаю сразу же	++
		Делаю постепенно, но в срок	+-
		Делаю за день до сдачи	-+
		Делаю после напоминания	--
8	Чувствуете ли Вы удовлетворение от контрольных работ?	Да	++
		Скорее да, чем нет	+-
		Скорее нет, чем да	-+

		Нет	--
9	Как часто Вам требуется помощь при выполнении контрольных заданий?	Никогда не требуется	++
		Редко	+-
		Скорее часто, чем редко	-+
		Часто	--
10	Как вы относитесь к индивидуальным заданиям?	Очень нравится	++
		Скорее нравится, чем не нравится	+-
		Скорее не нравится, чем нравится	-+
		Не нравится	--
11	Помогают ли Вам занятия изучению других школьных дисциплин?	Да	++
		Скорее да, чем нет	+-
		Скорее нет, чем да	-+
		Нет	--

Таблица 5. Результаты анкетирования (количество ответов 36-и школьников) экспериментальных групп.

Тип ответа № вопроса	I ++	II +-	III -+	IV --
1	11	22	2	1
2	18	10	1	-
3	16	18	2	-
4	24	11	-	1
5	30	6	-	-
6	17	18	1	-
7	16	18	-	2
8	17	16	2	1
9	10	12	9	5
10	13	17	4	2
11	19	13	2	2
	191 (48,2%)	161 (40,6%)	23 (5,8%)	14 (3,5%)

Таблица 6. Результаты анкетирования (количество ответов 36-и школьников) контрольных групп.

Тип ответа № вопроса	I ++	II +-	III -+	IV --
1	11	13	10	2
2	12	9	12	3
3	12	6	9	9
4	13	9	10	4
5	8	6	15	7

6	13	18	3	2
7	6	17	8	5
8	9	14	7	6
9	10	11	12	3
10	8	15	10	3
11	9	13	6	8
	111 (30,8%)	131 (36,4%)	102(28,3%)	52(14,4%)

Данные таблиц 5 и 6 показывают, что количество ответов первого типа, выбранных учащимися экспериментальной группы (48,2%) больше, чем выбранных учащимися контрольной группы (30,8%). Напротив, количество ответов четвертого типа, выбранных учащимися групп, где проводились занятия по курсу "Алгоритмы и алгоритмические структуры" меньше (3,5%), чем выбранных учащимися контрольных групп (14,4%). Это свидетельствует о более высокой практической направленности знаний учащихся в экспериментальной группе, чем в контрольной. Кроме того, были рассчитаны **описательные** статистические параметры из п.3 [Корн., с.545] – в таблице ниже.

Следовательно, можно считать, что сравниваемые значения двух выборок действительно статистически достоверно различаются с вероятностью 95% допустимой ошибки.

Таблица 7. Данные статистической обработки результатов по первому типу вопроса.

Статистические параметры	Контрольная группа	Статистические параметры	Экспериментальная группа
Среднее	10,09090909	Среднее	17,36363636
Стандартная ошибка	0,693535677	Стандартная ошибка	1,717676693
Медиана	10	Медиана	17
Мода	12	Мода	16
Стандартное отклонение	2,30019762	Стандартное отклонение	5,696889103
Дисперсия выборки	5,290909091	Дисперсия выборки	32,45454545
Эксцесс	-0,946965671	Эксцесс	1,471638067
Асимметричность	-0,255468861	Асимметричность	1,037472213
Интервал	7	Интервал	20
Минимум	6	Минимум	10
Максимум	13	Максимум	30
Сумма	111	Сумма	191
Счет	11	Счет	11
Наибольший(1)	13	Наибольший(1)	30
Наименьший(1)	6	Наименьший(1)	10
Уровень надежности(95,0%)	1,545293781	Уровень надежности(95,0%)	3,827222159

Таблица 8. Данные статистической обработки результатов по второму типу вопроса.

Статистические параметры	Контрольная группа	Статистические параметры	Экспериментальная группа
Среднее	11,90909091	Среднее	14,63636364

Стандартная ошибка	1,231809795	Стандартная ошибка	1,396571954
Медиана	13	Медиана	16
Мода	13	Мода	18
Стандартное отклонение	4,085450904	Стандартное отклонение	4,631905165
Дисперсия выборки	16,69090909	Дисперсия выборки	21,45454545
Эксцесс	-1,04495066	Эксцесс	-0,337304893
Асимметричность	-0,11376431	Асимметричность	-0,351041017
Интервал	12	Интервал	16
Минимум	6	Минимум	6
Максимум	18	Максимум	22
Сумма	131	Сумма	161
Счет	11	Счет	11
Наибольший(1)	18	Наибольший(1)	22
Наименьший(1)	6	Наименьший(1)	6
Уровень надежности(95,0%)	2,744643251	Уровень надежности(95,0%)	3,111756217

Таблица 9. Данные статистической обработки результатов по третьему типу вопроса.

Статистические параметры	Контрольная группа	Статистические параметры	Экспериментальная группа
Среднее	9,272727273	Среднее	2,090909091
Стандартная ошибка	0,982491352	Стандартная ошибка	0,779913112
Медиана	10	Медиана	2
Мода	10	Мода	2
Стандартное отклонение	3,258555173	Стандартное отклонение	2,586679163
Дисперсия выборки	10,61818182	Дисперсия выборки	6,690909091
Эксцесс	0,515883022	Эксцесс	5,465722472
Асимметричность	-0,233491443	Асимметричность	2,166198634
Интервал	12	Интервал	9
Минимум	3	Минимум	0
Максимум	15	Максимум	9
Сумма	102	Сумма	23
Счет	11	Счет	11
Наибольший(1)	15	Наибольший(1)	9
Наименьший(1)	3	Наименьший(1)	0
Уровень надежности(95,0%)	2,189127143	Уровень надежности(95,0%)	1,737754699

Таблица 10. Данные статистической обработки результатов по четвертому типу вопроса.

Статистические параметры	Контрольная группа	Статистические параметры	Экспериментальная группа
Среднее	4,727272727	Среднее	1,272727273
Стандартная ошибка	0,739667113	Стандартная ошибка	0,449057783
Медиана	4	Медиана	1
Мода	3	Мода	0

Стандартное отклонение	2,453198284	Стандартное отклонение	1,489356176
Дисперсия выборки	6,018181818	Дисперсия выборки	2,218181818
Эксцесс	-1,053872576	Эксцесс	3,447661919
Асимметричность	0,583327132	Асимметричность	1,651059991
Интервал	7	Интервал	5
Минимум	2	Минимум	0
Максимум	9	Максимум	5
Сумма	52	Сумма	14
Счет	11	Счет	11
Наибольший(1)	9	Наибольший(1)	5
Наименьший(1)	2	Наименьший(1)	0
Уровень надежности(95,0%)	1,648081025	Уровень надежности(95,0%)	1,000563089

Выводы

В ходе проведения эксперимента по определению эффективности предложенной подготовки учащихся к применению алгоритмического мышления в будущей профессиональной деятельности получены следующие результаты:

1) уровень подготовки школьников в экспериментальной группе выше (62% - 97% верных ответов) и соответствует III и IV уровням подготовки (п. 1.2 гл. 1), чем в контрольной (14% - 66%) – I-III уровням. Рассчитанный уровень различий позволяет утверждать с достоверностью 95% [Грабарь М.И., с. 31-33], что результаты тестирования в экспериментальной группе выше, чем в контрольной;

2) отсутствует зависимость между результатами тестирования и успеваемостью учащихся как в экспериментальной, так и в контрольной группах;

3) полученные результаты самооценки по карте-анкете являются достаточно высокими для 10-балльной шкалы, что свидетельствует о заинтересованности, удовлетворенности работой, хорошем самочувствии, об осознании учащимися практической ценности применения алгоритмического мышления в будущей профессиональной деятельности;

4) данные анкетирования по определению сформированности практической направленности знаний школьников к использованию алгоритмического мышления в учебной деятельности свидетельствуют о более высокой практической направленности знаний учащихся в экспериментальных группах, чем в контрольных. Сравнимые значения двух выборок действительно статистически достоверно различаются с вероятностью 95% допустимой ошибки.