Занятие №2

Работа 1.2

ТЕМА: ИЗУЧЕНИЕ АДСОРБЦИИ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ НА ТВЕРДЫХ АДСОРБЕНТАХ

Цель работы: Экспериментальное определение величины адсорбции ПАВ на твердом адсорбенте.
Целевые задачи: Расчет коэффициентов уравнений Фрейндлиха и Лэнгмюра; расчет теоретического значения адсорбции при различных равновесных концентрациях; расчет отклонения этих значений от экспериментальных; выяснение применимости каждого из уравнений к описанию адсорбции в данных условиях.

ПРОВЕДЕНИЕ ОПЫТА

1. Проверяем оснащение рабочего места.

Фото №1

Вам потребуется следующее оборудование:

1. Бюретки на 25 мл
2. Колбы для титрования
3. Растворы органических кислот (растворы уксусной или лимонной кислот)
4. Раствор NaOH 0.1M
5. Твердые адсорбенты (активированный уголь)
6. Склянки с крышками (1, 2, 3)
7. Пипетка на 1 мл
8. Воронки
9. Спиртовой раствор фенолфталеина
10. Бумажные фильтры

Отмеряем в склянки с крышками (1, 2, 3) по 10 мл указанных преподавателем растворов ПАВ – органических кислот (в нашем случае это лимонная кислота) *Выполнять работу необходимо в вытяжном шкафу.*

Фото №2 Фото №3

2. Помещаем в каждую из этих склянок по 1,0 г растертого в порошок твердого адсорбента (в нашем случае это активированный уголь). Закрываем склянки, перемешиваем их содержимое и оставляем на 30 мин., время от времени перемешивая встряхиванием.

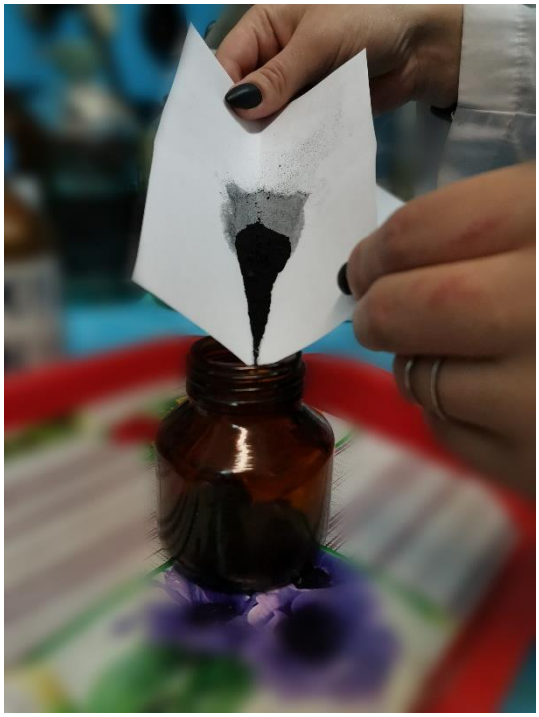


Фото №4 Фото №5

3. Измеряем и записываем температуру, при которой проводится опыт.
4. Титрованием определяем исходные концентрации C_0 ПАВ в растворах.
   Для этого наливаем в бюретку раствор NaOH 0.1M (титрант). Для титрования берем 1 мл раствора лимонной кислоты и переносим в колбу. (фото №6), затем добавляем несколько капель фенолфталеина (индикатор) и начинаем титровать (фото №7). ***Раствор титруется 3 раза до появления розовой окраски!*** (фото№8, фото №9).

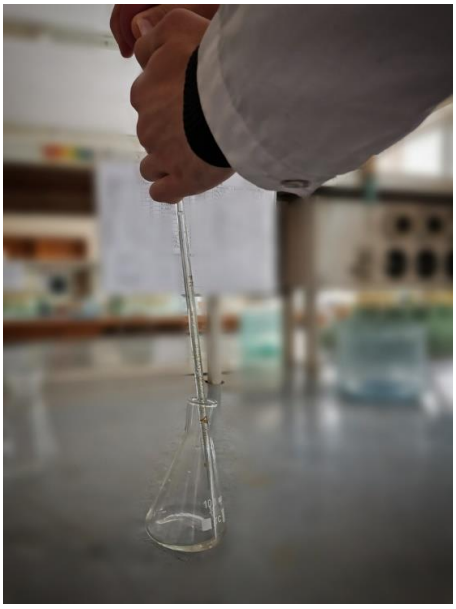


Фото №6

Фото №7

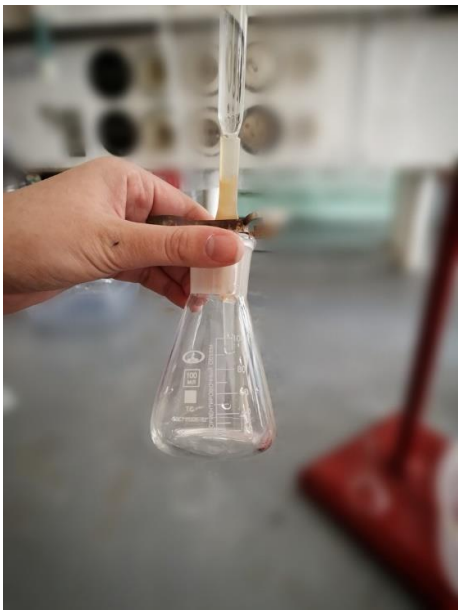


Фото №8

Фото №9

5. Рассчитываем среднее арифметическое C_0 для каждого раствора и записываем в таблицу экспериментальных данных

Мы используем следующую формулу

$$C = \frac{C_{NaOH} * V_{NaOH,\text{ср.}}}{V_{\text{лимонная кислота}}}$$

, где:

C_{NaOH} – концентрация раствора NaOH 0.1М;

$V_{л.к.}$ – объем лимонной кислоты 1 мл.

Сначала рассчитываем $V_{NaOHср}$

$$V_{NaOHср} = \frac{V_1 + V_2 + V_3}{3}$$

Пример:

$$V_{NaOHср} = \frac{2{,}20 + 2{,}25 + 2{,}20}{3} = 2{,}2166 \text{ мл}$$

Теперь рассчитываем концентрацию лимонной кислоты до адсорбции.

Пример:

$$C_0 = \frac{0{,}1 * 2{,}2166}{1} = 0{,}2216$$

Заносим данные в таблицу.

Исследуемое ПАВ: **лимонная кислота**				Адсорбент: **уголь активированный**			Температура: **25 ºС**	
№	**C_0, моль/л**	C, моль/л	ΔC, моль/л	$A_{эксп.}$, моль/кг	lgC	lgA	1/C	1/A
1	**0,2216**							
2	**0,4116**							
3	**0,9323**							

6. Отфильтровываем растворы, находящиеся в контакте с адсорбентом.
   Сначала складываем фильтр и вставляем его в воронку для титрования (Фото №10 – 17).
   Во избежание погрешностей воронки и склянки должны быть чистыми и сухими!!!

Фото №10

Фото №11

Фото №12

Фото №13

Фото №14

Фото №15

Фото №16

Фото №17

Затем содержимое склянки выливаем на фильтр (Фото №18-21).

Фото №18

Фото №19

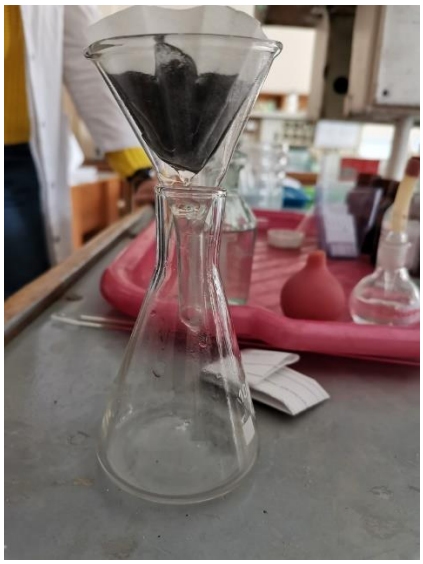


Фото №20

Фото №21

Ждем некоторое время, пока раствор полностью отфильтруется.

7. Титрованием определяем концентрацию ПАВ в растворах, подвергавшихся адсорбции (равновесную концентрацию **C**). Титрование проводится аналогично пункту 5.
   <u>После титрования приводим место в порядок!!!</u>

Рассчитываем концентрацию лимонной кислоты в растворе после адсорбции.
Пример:

$$C = \frac{0{,}1 * 1{,}0266}{1} = 0{,}1026$$

Исследуемое ПАВ: **лимонная кислота**				Адсорбент: **уголь активированный**			Температура: **25 ºC**	
№	**C_0, моль/л**	**C, моль/л**	ΔC, моль/л	$A_{эксп.}$, моль/кг	lgC	lgA	1/C	1/A
1	**0,2216**	**0,1026**						
2	**0,4116**	**0,210**						
3	**0,9323**	**0,5693**						

8. Рассчитываем изменение концентрации лимонной кислоты в растворе по формуле:

$$\Delta C = C_0 - C, \text{ где:}$$

   C_0 – концентрация лимонной кислоты до адсорбции;
   C – концентрация лимонной кислоты в растворе после адсорбции.
   Пример:
   ΔC = 0,2216-0,1026=0,1190 моль/л

Исследуемое ПАВ: **лимонная кислота**				Адсорбент: **уголь активированный**			Температура: **25 ºC**	
№	**C_0, моль/л**	**C, моль/л**	**ΔC, моль/л**	Аэксп., моль/кг	lgC	lgA	1/C	1/A
1	**0,2216**	**0,1026**	**0,1190**					
2	**0,4116**	**0,210**	**0,2016**					

3	**0,9323**	**0,5693**	**0,3630**					

9. Вычисляем экспериментальную величину адсорбции $A_{эксп}$ в каждом растворе по уравнению:

$$A_{эксп.} = \frac{\Delta C * V}{m},$$

где V – объем раствора, находившийся в контакте с адсорбентом, л;
m – масса адсорбента, кг.

Пример:

$$A_{эксп} = \frac{0{,}1190 * 0{,}01}{0{,}001} = 1{,}190$$

Исследуемое ПАВ: **лимонная кислота**				Адсорбент: **уголь активированный**			Температура: **25 ºС**	
№	**C_0, моль/л**	**C, моль/л**	**ΔC, моль/л**	**Аэксп., моль/кг**	lgC	lgA	1/C	1/A
1	**0,2216**	**0,1026**	**0,1190**	**1,190**				
2	**0,4116**	**0,210**	**0,2016**	**2,016**				
3	**0,9323**	**0,5693**	**0,3630**	**3,630**				

10. Рассчитываем: десятичные логарифмы концентрации и величины экспериментальной адсорбции (lgC и lgA), обратные значения концентрации и адсорбции (1/C и 1/A).

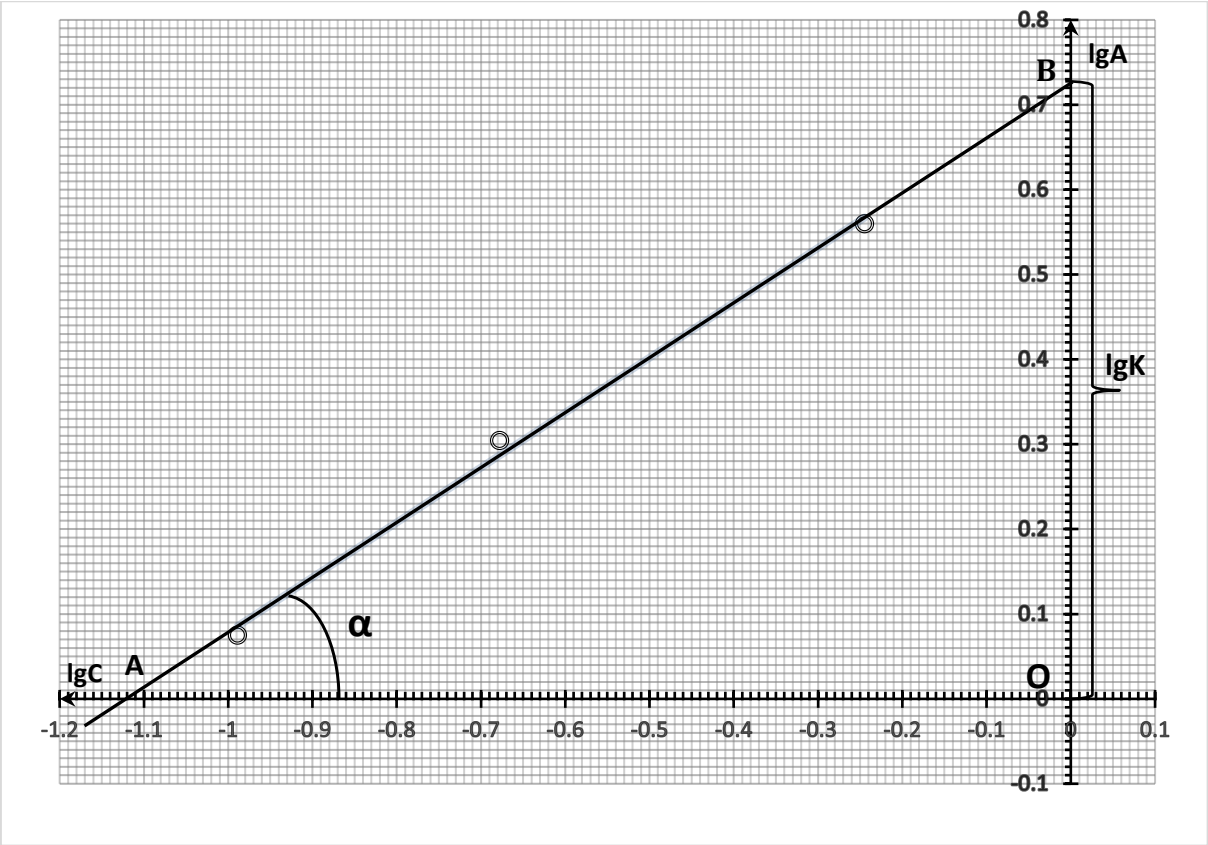
Исследуемое ПАВ: **лимонная кислота**				Адсорбент: **уголь активированный**			Температура: **25 ºС**	
№	**C_0, моль/л**	**C, моль/л**	**ΔC, моль/л**	**Аэксп., моль/кг**	**lgC**	**lgA**	**1/C**	**1/A**
1	**0,2216**	**0,1026**	**0,1190**	**1,190**	**-0,9888**	**0,0755**	**9,7466**	**0,8403**
2	**0,4116**	**0,210**	**0,2016**	**2,016**	**-0,6777**	**0,3045**	**4,7619**	**0,4960**
3	**0,9323**	**0,5693**	**0,3630**	**3,630**	**-0,2446**	**0,5599**	**1,7565**	**0,2755**

11. Вычисляем константы уравнения Фрейндлиха:

$$A = k * C^{\frac{1}{n}}$$, где

$A_ф$ – теоретическое значение величина адсорбции, рассчитываемое для равновесной концентрации C с помощью констант k и 1/n

1) Для чего построим на миллиметровой бумаге график зависимости lgA от lgC:



2) По точкам на графике проводим усредняющую прямую так, чтобы она получилась как можно длиннее.
3) Константу 1/n для уравнения Фрейндлиха находим так:

- на графике построим прямоугольный треугольник (АВО), так чтобы гипотенузой была усредняющая прямая, которую Вы перед этим построили;
- константа 1/n равна тангенсу угла α, этот тангенс найдем как отношение длины противолежащего катета к прилежащему.

Пример:
1/n = tg α = OB/OA = 0,725/1,12 = 0,647

4) Константу k для уравнения Фрейндлиха находим так:

- находим точку пересечения усредняющей прямой с осью lgA (точка В), отрезок ОВ = lgK: **B=0.725**;
- определяем константу k через формулу антилогарифма: **k** = $10^{0.725}$=**5,3088**.

Теперь мы можем использовать уравнение Фрейндлиха для расчета величины адсорбции лимонной кислоты на активированном угле из воды:

$$\mathbf{A=5.3088 * C^{0.647}}$$

12. Вычисляем с помощью уравнения Фрейндлиха теоретические значения величины адсорбции $A_ф$ для каждой равновесной концентрации и заносим их в таблицу расчетных данных.
Пример:
$A=5,3088*0.1026^{0.647}=1.2168$
Также переносим в расчетную таблицу №2 значения равновесной концентрации и $A_{эксп}$.

			Уравнение Фрейндлиха: $A = k * C^{\frac{1}{n}}$		**Уравнение Ленгмюра:** $A = A_\infty * \frac{C}{b + C}$	
№	С, моль/л	Аэксп., моль/кг	**Аф., моль/кг**	Аэксп./Аф.	Ал., моль/к	Аэксп./Ал.
1	0,1026	1.190	**1,2168**			
2	0,210	2,016	**1,9341**			
3	0,5693	3,630	**3,6872**			
				Аэксп./Аф. средн.		Аэксп./Ал. средн.

13. Рассчитываем отношения $A_{эксп}/A_ф$ для каждой равновесной концентрации С и их среднее арифметическое.

Пример :

$$\frac{A_{эксп}}{A_ф} = \frac{1,190}{1,2168} = 0,9779$$

Значения записываем в таблицу.

			Уравнение Фрейндлиха: $A = k * C^{\frac{1}{n}}$		**Уравнение Ленгмюра:** $A = A_\infty * \frac{C}{b + C}$	
№	С, моль/л	Аэксп., моль/кг	Аф., моль/кг	**Аэксп./Аф.**	Ал., моль/к	Аэксп./Ал.
1	0,1026	1.190	1,2168	**0,9779**		
2	0,210	2,016	1,9341	**1,0423**		
3	0,5693	3,630	3,6872	**0,9844**		
				Аэксп./Аф. средн. 1,0015		Аэксп./Ал. средн.

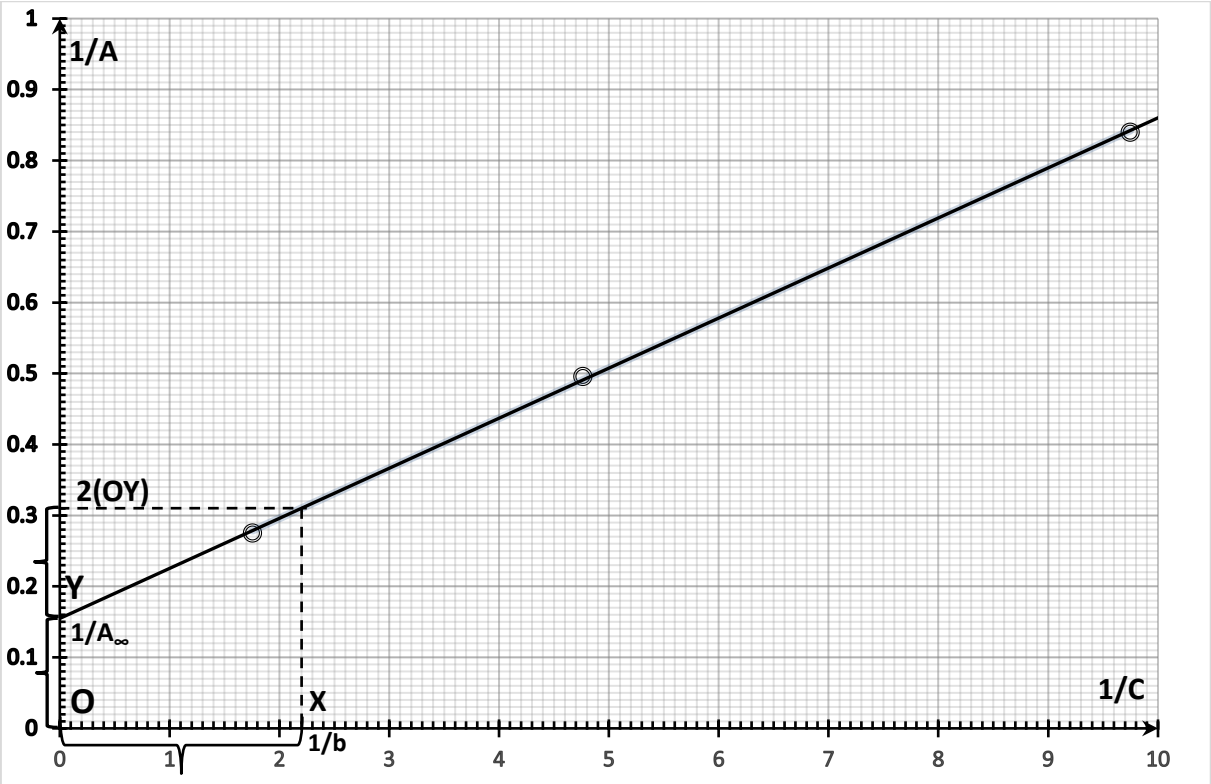
$$\frac{A_{эксп}}{A_ф} = \frac{0,9779 + 1,0423 + 0,9844}{3} = 1,0015$$

14. Вычисляем константы уравнения Ленгмюра

$$A = A_\infty * \frac{C}{b + C}$$, где:

$A_л$ – теоретическое значение величины адсорбции, расчитываемое для равновесной концентрации С с помощью констант b и A_∞.

1) На миллиметровой бумаге построим график зависимости 1/А от 1/С



1) По точкам на графике проводим усредняющую прямую до пересечения с осью 1/A (точку пересечения обозначим Y) отрезок $OY = \frac{1}{A_\infty}$

   Константу A_∞ находим, разделив 1 на величину OY:
   A∞ = 1 / 0.155 = **6.4516** моль/кг

2) Теперь находим константу b:
   a. удвоим отрезок OY;
   b. из точки 2(OY) проводим горизонтальную линию до пересечения с усредняющей прямой;
   c. от точки пересечения с усредняющей прямой проводим вниз вертикальную линию до оси 1/C (точку пересечения обозначаем X), отрезок $OX = \frac{1}{b}$;
   d. константу b находим, разделив 1 на значение в точке X:
      b = 1 / 2.2 = **0.4545** моль/л .

15. С помощью уравнения Ленгмюра рассчитываем для каждой равновесной концентрации теоретические значения величины адсорбции $A_л$.

$$A_л = 6.4516 * \frac{C}{0{,}4545 + C}$$

Пример:

$A_л = 6.4516 * \frac{0{,}1026}{0{,}4545+0{,}1026} = 1.1881$ моль/кг

			Уравнение Фрейндлиха: $A = k * C^{\frac{1}{n}}$		**Уравнение Ленгмюра:** $A = A_\infty * \frac{C}{b + C}$	
№	С, моль/л	Аэксп., моль/кг	Аф., моль/кг	Аэксп./Аф.	**Ал., моль/к**	Аэксп./Ал.
1	0,1026	1.190	1,2168	0,9779	**1.1882**	
2	0,210	2,016	1,9341	1,0423	**2.0388**	
3	0,5693	3,630	3,6872	0,9844	**3.5875**	
				Аэксп./Аф. средн. 1,0015		Аэксп./Ал. средн.

16. Рассчитываем отношения $А_{эксп}/А_л$ для каждой равновесной концентрации и их среднее арифметическое.

    Пример:

    Аэксп/Ал = $\frac{1.190}{1.1881} = 1.0015$

    Записываем значения в расчетную таблицу.

			Уравнение Фрейндлиха: $A = k * C^{\frac{1}{n}}$		**Уравнение Ленгмюра:** $A = A_\infty * \frac{C}{b + C}$	
№	С, моль/л	Аэксп., моль/кг	Аф., моль/кг	Аэксп./Аф.	Ал., моль/к	**Аэксп./Ал.**
1	0,1026	1.190	1,2168	0,9779	1.1882	**1.0015**
2	0,210	2,016	1,9341	1,0423	2.0388	**0.9888**
3	0,5693	3,630	3,6872	0,9844	3.5875	**1.0118**
				Аэксп./Аф. средн. 1,0015		**Аэксп./Ал. средн. 1,0007**

$$\frac{\text{Аэксп}}{\text{Ал}} = \frac{1{,}0015 + 0{,}9888 + 1{,}0118}{3} = 1{,}0007$$

17. Записываем **выводы**:

Мы экспериментально определили величины адсорбции ПАВ на твердом адсорбенте.

Из полученных результатов мы выяснили, что для данного эксперимента можно использовать как уравнение Фрейндлиха, так и уравнение Ленгмюра, так как отношение $\frac{\text{Аэксп}}{\text{Ал}}$ и $\frac{\text{Аэксп}}{\text{Аф}}$ близки к 1.

Спасибо за внимание!
Удачных экспериментов.

Лабораторную работу выполнили
студенты 3 курса 1 группы:
Асирян Камо
Варцаба Кристина
Клопнева Анастасия
Литвиненко Анастасия
Масаев Хажи
Петрова Алла
Хандуф Ая

Преподаватель:
Щербакова Лариса Ивановна

ПЯТИГОРСК

2019