

Руководство

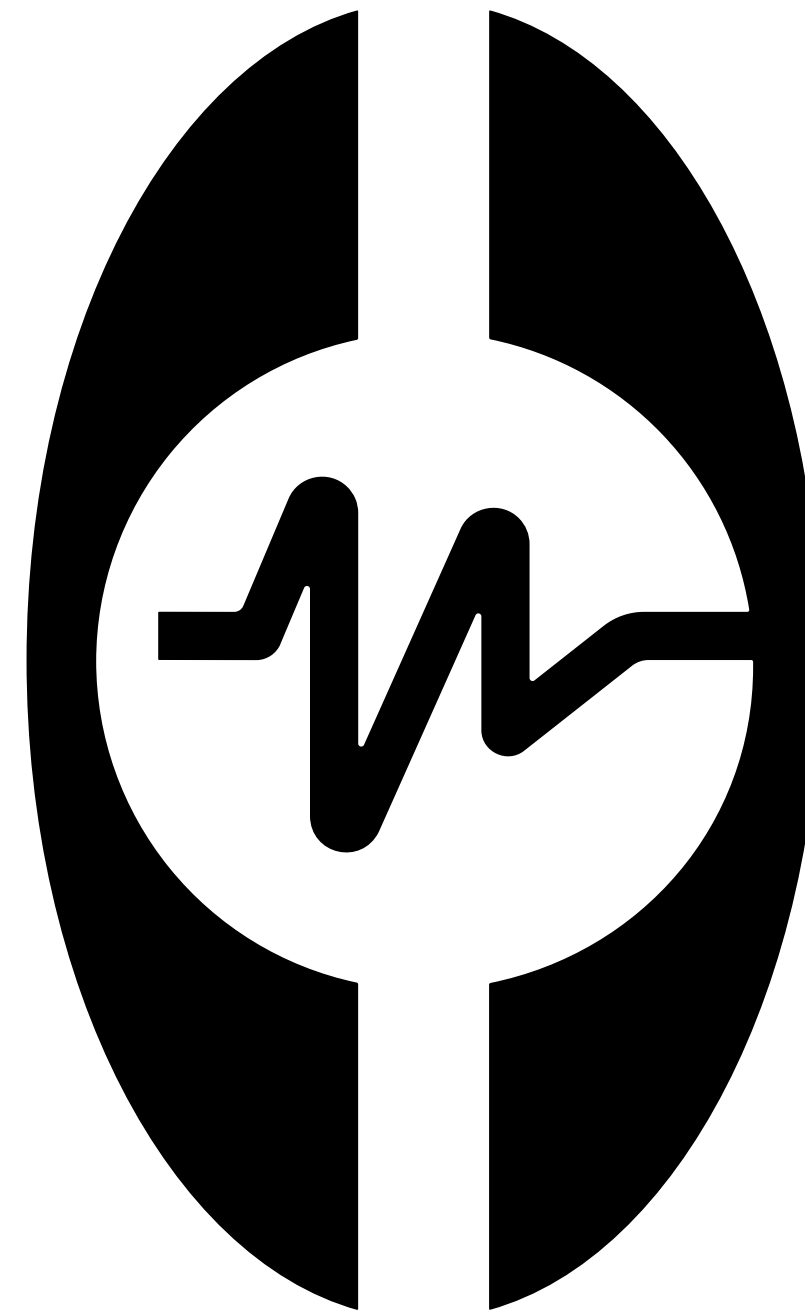
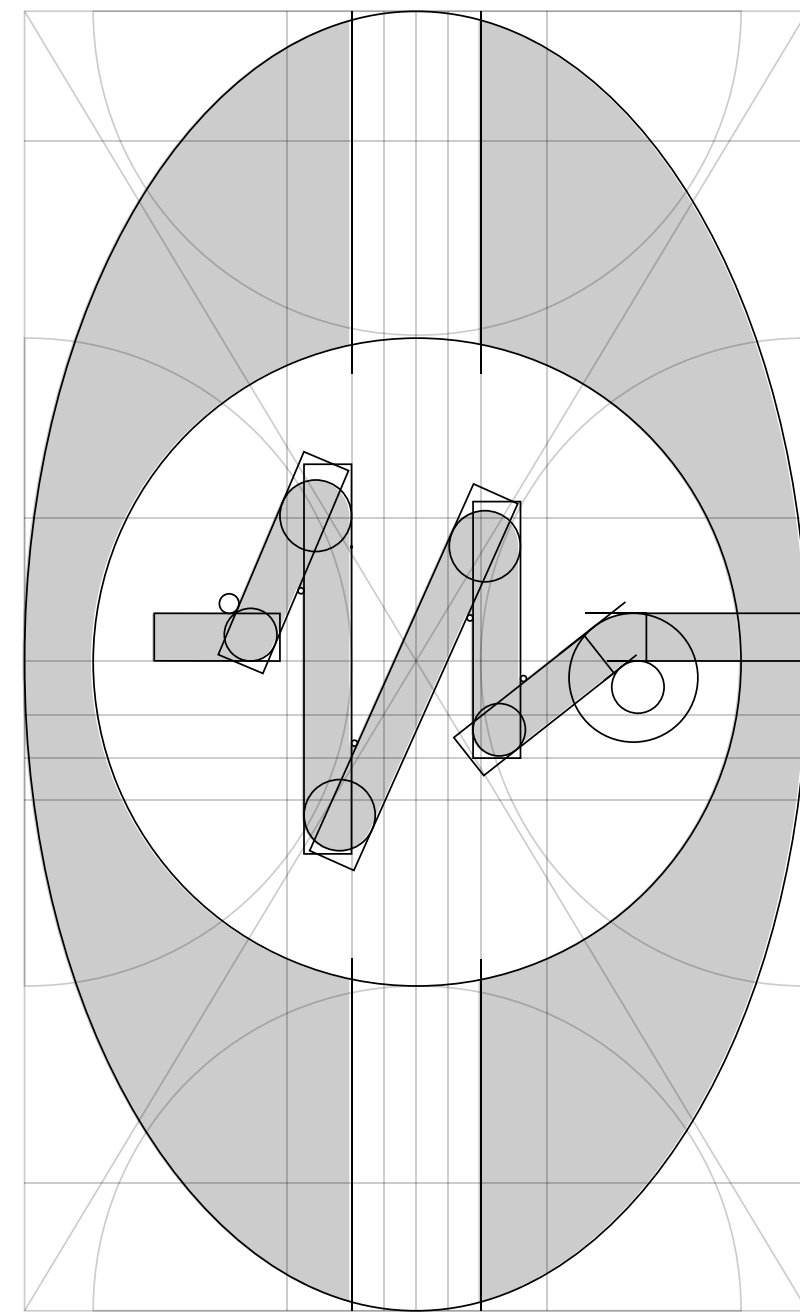
# Использование фирменного стиля

Листай



# Знак

Выстроен по строгой сетке.

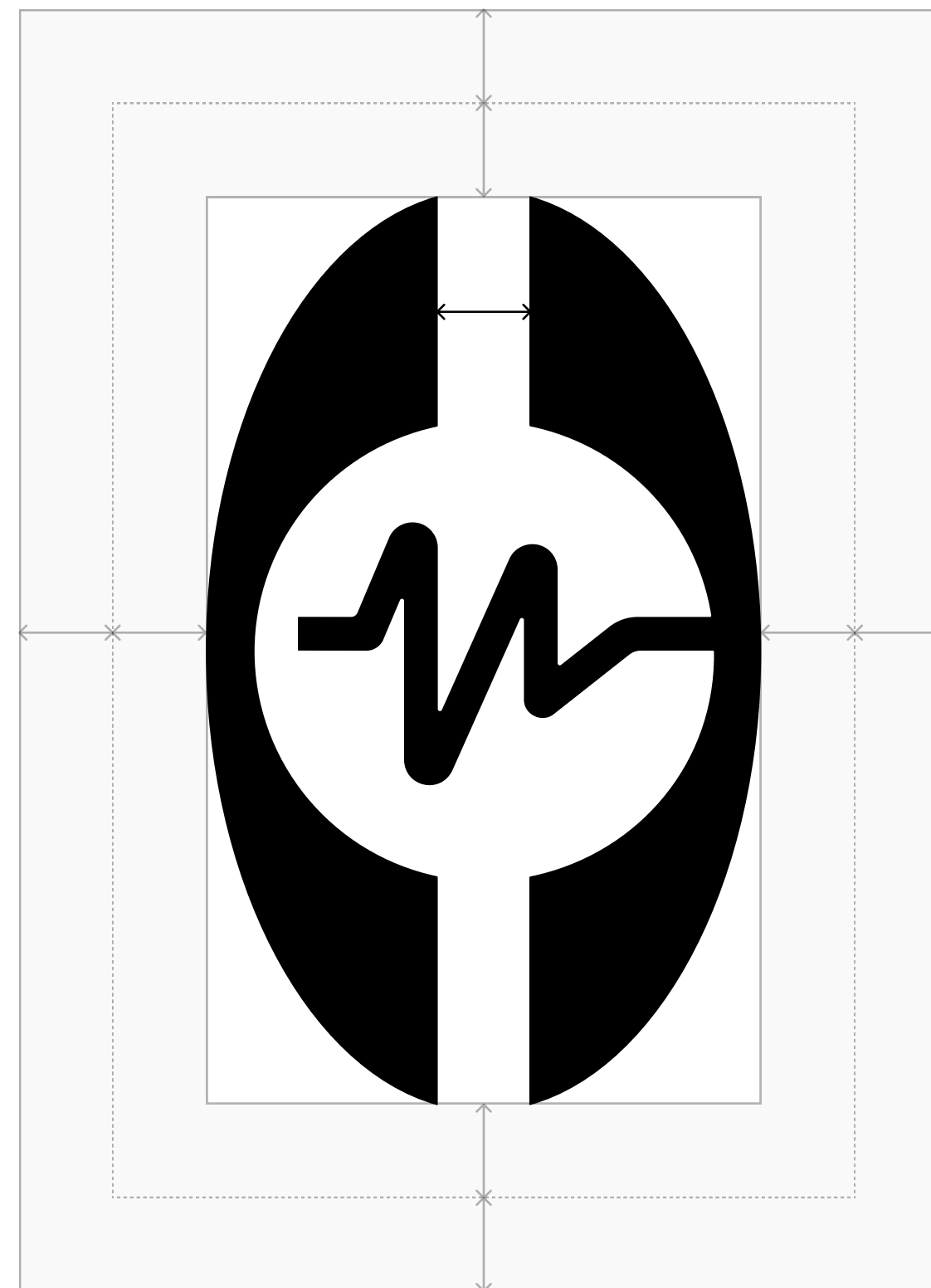


## Знак

Безопасная зона

Безопасная зона равна двум  
расстояниям между элементами  
знака

Минимальная высота знака -  
13 мм, ширина - 8 мм



## Используемый шрифт

3 начертания

# Russisch Sans

Regular

Аа Бб Вв Гг Дд Ее Ёё Жж Зз Ии Йй Кк Лл Мм Нн Оо Пп Рр Сс Тт  
Уу Фф Хх Цц Чч Шш Щщ Ъь Ыы Ьь Ээ Юю Яя

Aa Bb Cc Dd Ee Ff Gg Hh Ii Jj Kk Ll Mm Nn Oo Pp Qq Rr Ss Tt Uu Vv  
Ww Xx Yy Zz

Semibold

Аа Бб Вв Гг Дд Ее Ёё Жж Зз Ии Йй Кк Лл Мм Нн Оо Пп Рр Сс  
Тт Уу Фф Хх Цц Чч Шш Щщ Ъь Ыы Ьь Ээ Юю Яя

Aa Bb Cc Dd Ee Ff Gg Hh Ii Jj Kk Ll Mm Nn Oo Pp Qq Rr Ss Tt Uu  
Vv Ww Xx Yy Zz

Bold

Аа Бб Вв Гг Дд Ее Ёё Жж Зз Ии Йй Кк Лл Мм Нн Оо Пп Рр Сс  
Тт Уу Фф Хх Цц Чч Шш Щщ Ъь Ыы Ьь Ээ Юю Яя

Aa Bb Cc Dd Ee Ff Gg Hh Ii Jj Kk Ll Mm Nn Oo Pp Qq Rr Ss Tt Uu  
Vv Ww Xx Yy Zz





Надпись — Русский

Russisch Sans Bold

**ИСЭ СО РАН**

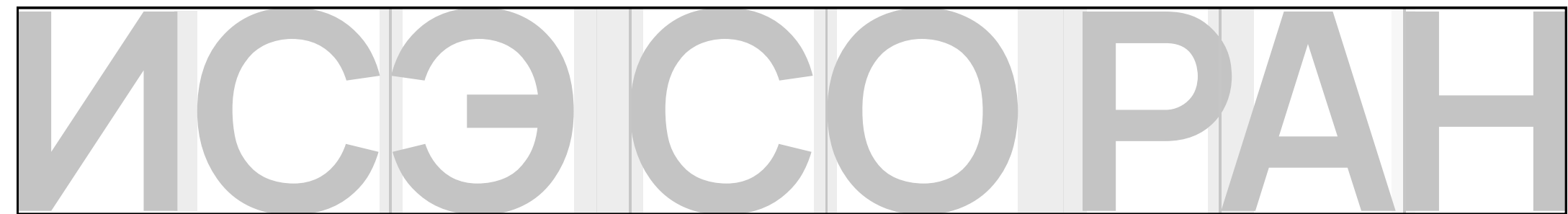


## Надпись — Русский

Сетка

Начальное расстояние между буквами равно  $2/3$  их толщины. Для оптимизации надписи расстоянием между некоторыми буквами равны половине от начальной толщины

Пробелы между буквами равны  $3$  от начальных расстояний



ИСЭСОРАН



---

Надпись — Английский

Russisch Sans Bold

**IHCE SB RAS**



## Надпись — Английский

Сетка

Начальное расстояние между буквами равно  $2/3$  их толщины. Для оптимизации надписи расстоянием между некоторыми буквами равны половине от начальной толщины

Пробелы между буквами равны  $3$  от начальных расстояний

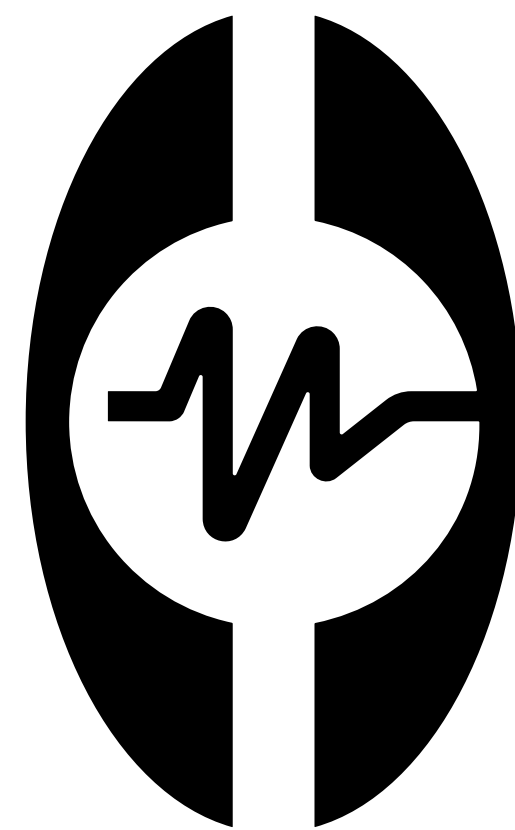


## Логотип — Русский

Минимальный размер  
логотипа по ширине —  
27 мм

Минимальный размер  
логотипа по высоте —  
13 мм

Минимальный размер  
шрифта — 11 pt



**ИСЭ СО РАН**



## Логотип — Русский

Безопасная зона

Безопасная зона равна двум  
расстояниям между элементами  
знака

Запрещено менять расположение  
знака и надписи относительно  
друг друга

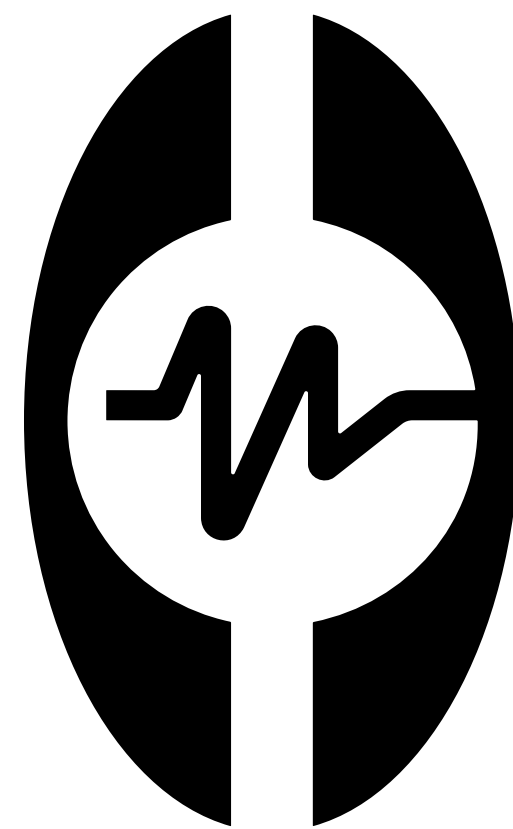


## Логотип — Английский

Минимальный размер  
логотипа по ширине —  
27 мм

Минимальный размер  
логотипа по высоте —  
13 мм

Минимальный размер  
шрифта — 11 pt



**IHCE SB RAS**



## Логотип — Английский

Знак + надпись

Безопасная зона равна двум  
расстояниям между элементами  
знака

Запрещено менять расположение  
знака и надписи относительно  
друг друга

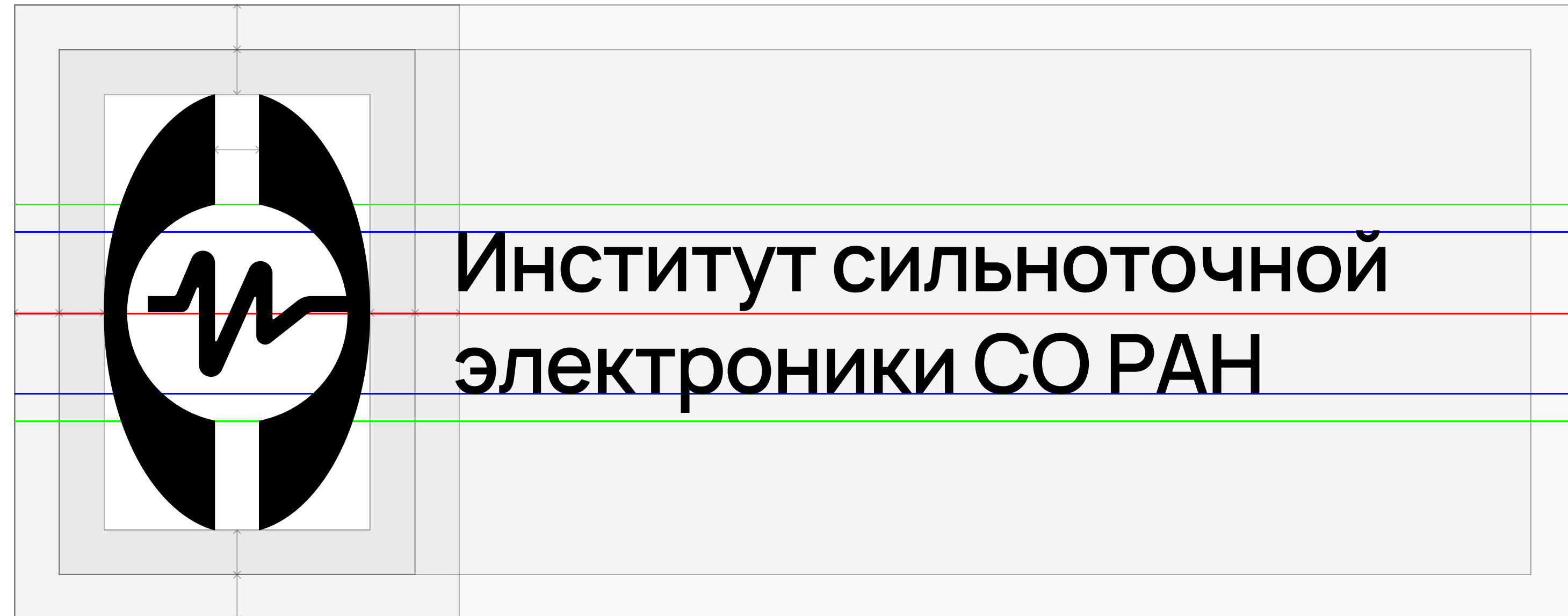




## Логотип — Русский

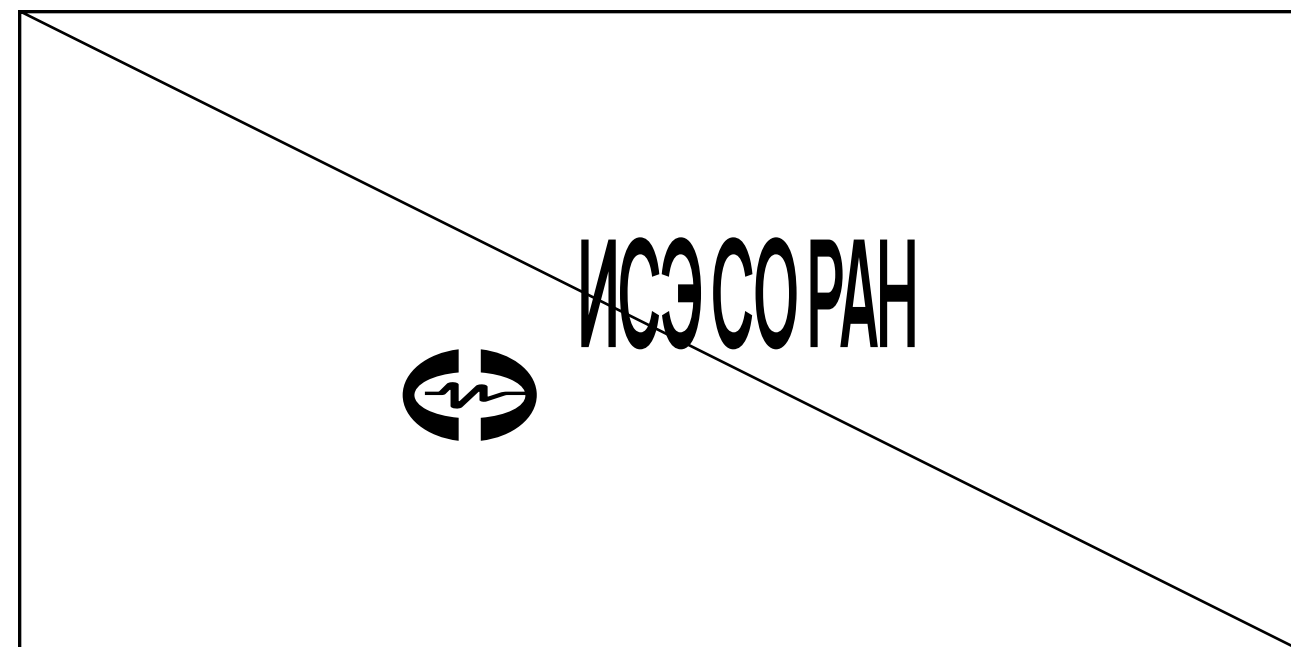
Вариант с неполной  
аббревиатурой  
Минимальный шрифт  
названия — 6 pt  
для минимального размера  
(см. другие страницы)

Высота надписи равна 3/4  
от середины знака  
до внутреннего круга

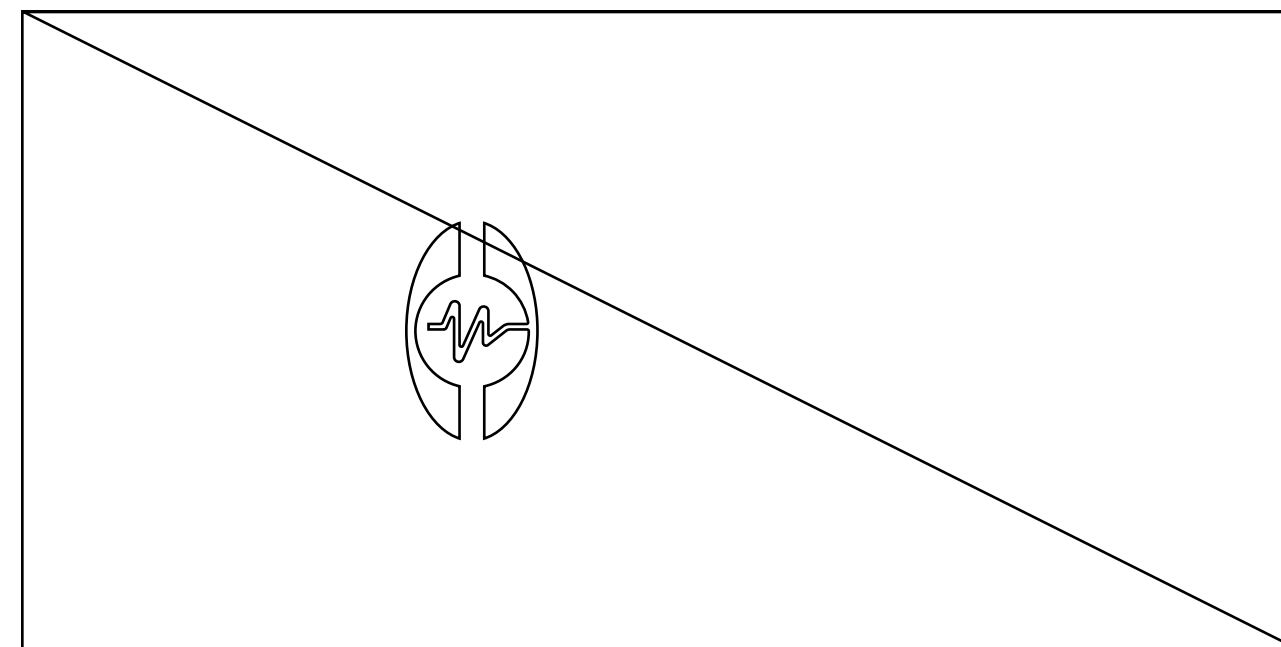


Запрещено:

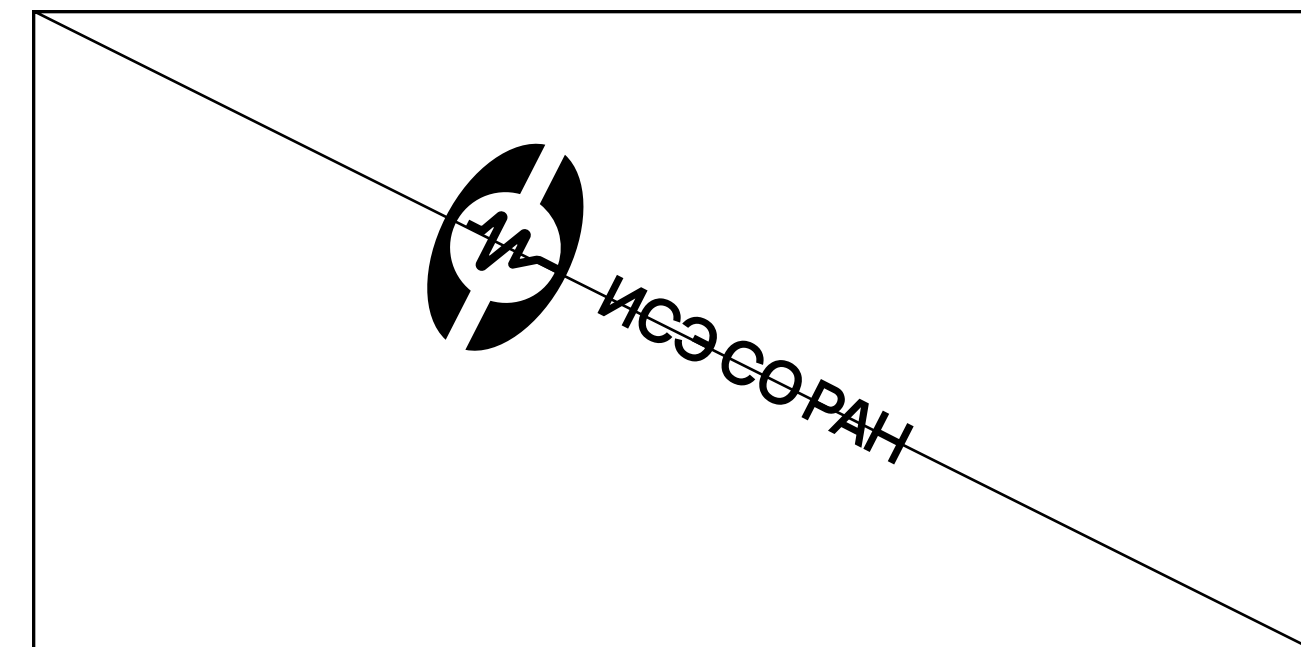
Деформировать надпись/знак и менять их размер



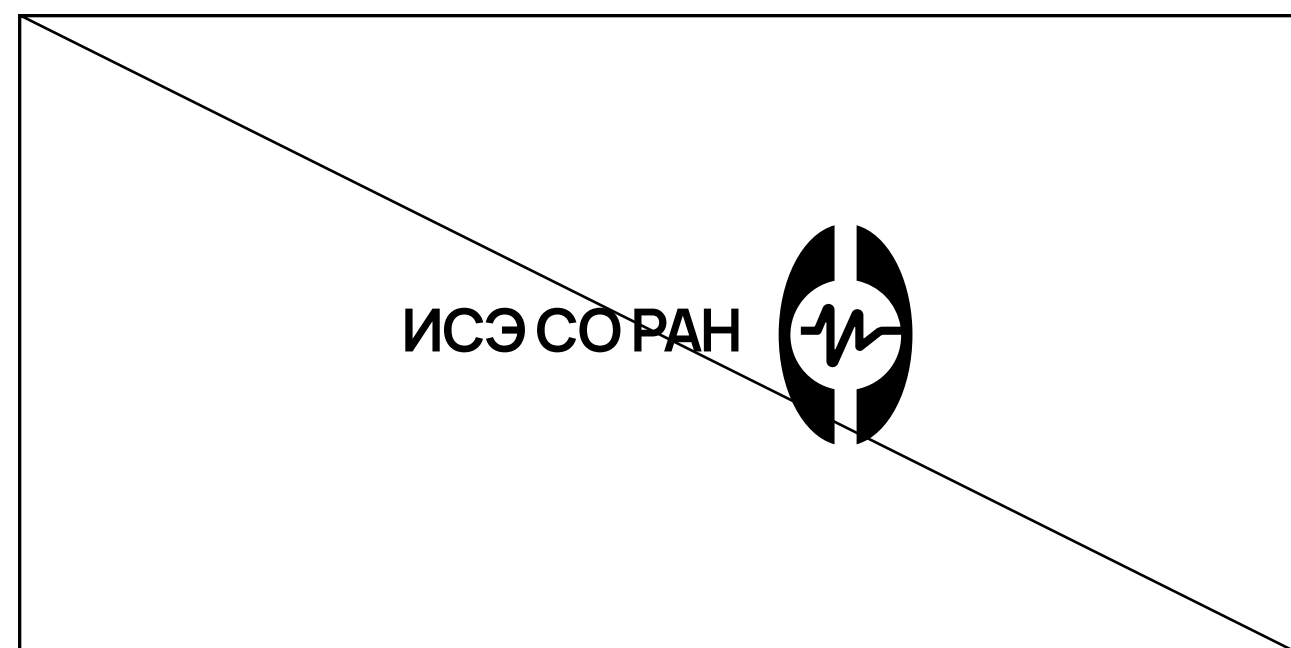
Использовать обводки



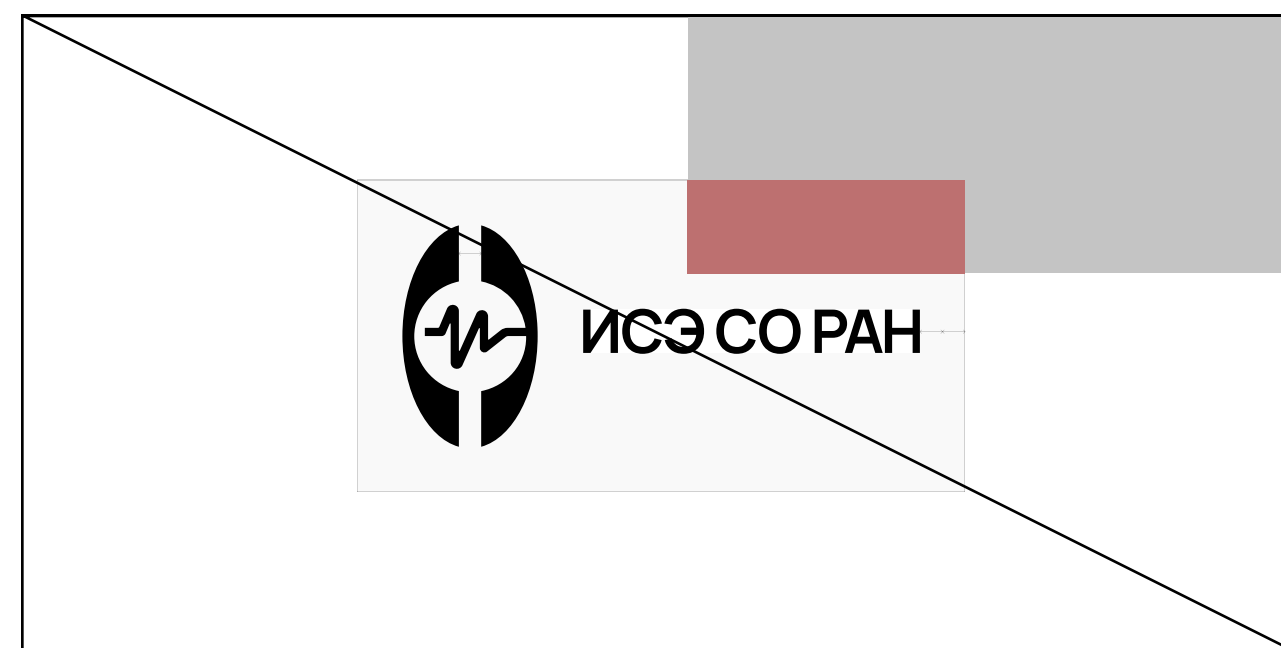
Располагать логотип под углом



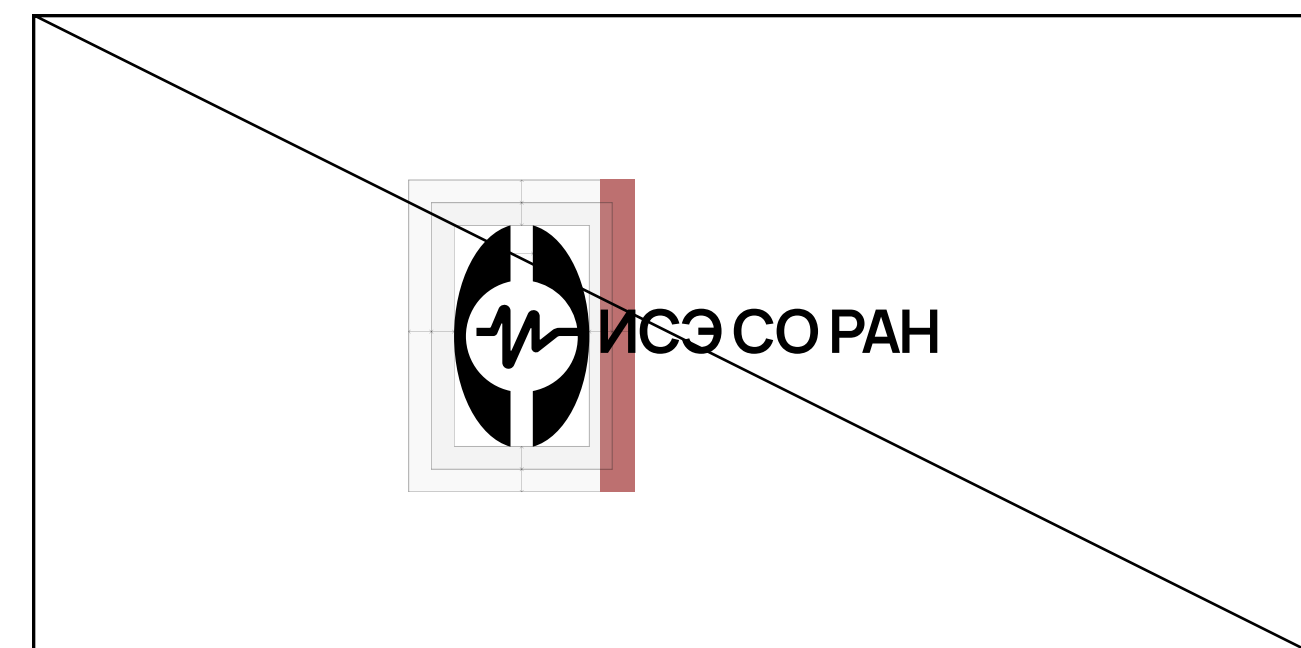
Менять знак и надпись местами



Заходить в безопасную зону логотипа

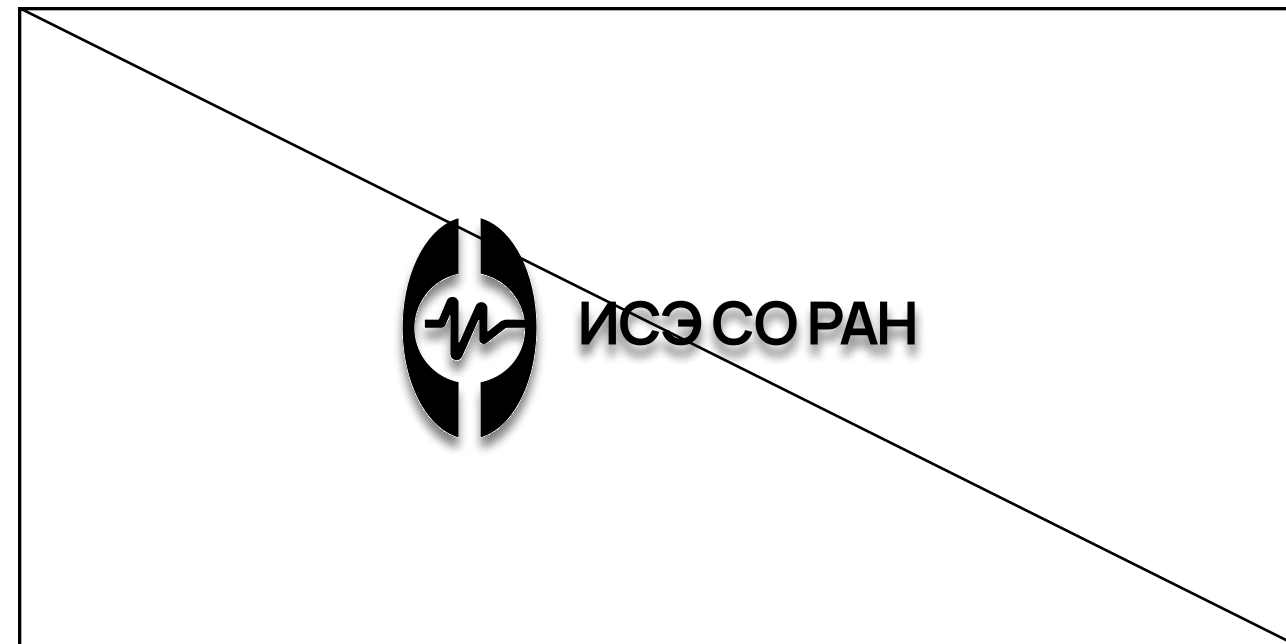


Заходить в безопасную зону знака

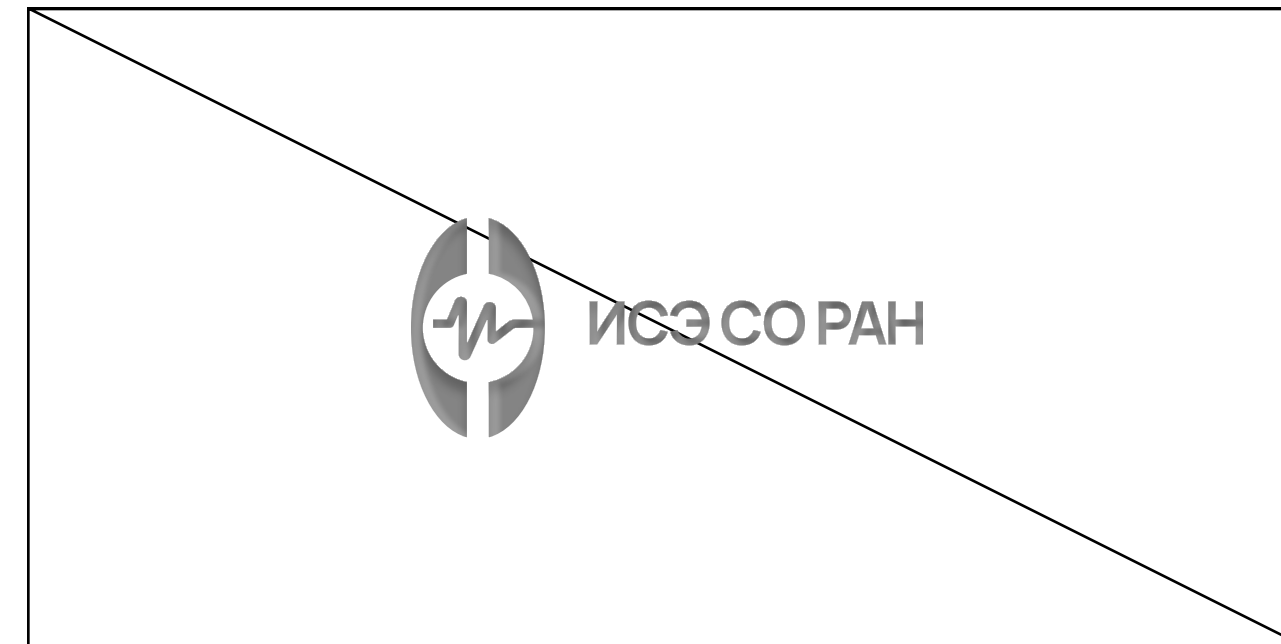


## Запрещено:

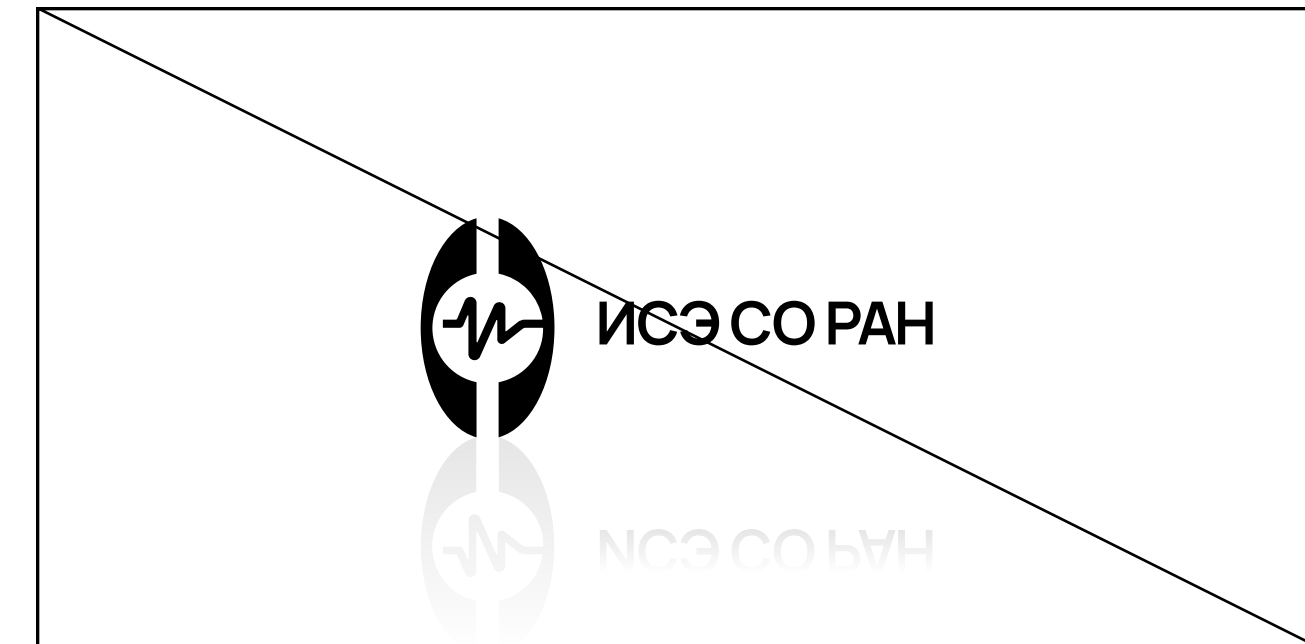
Использовать тени и свечение



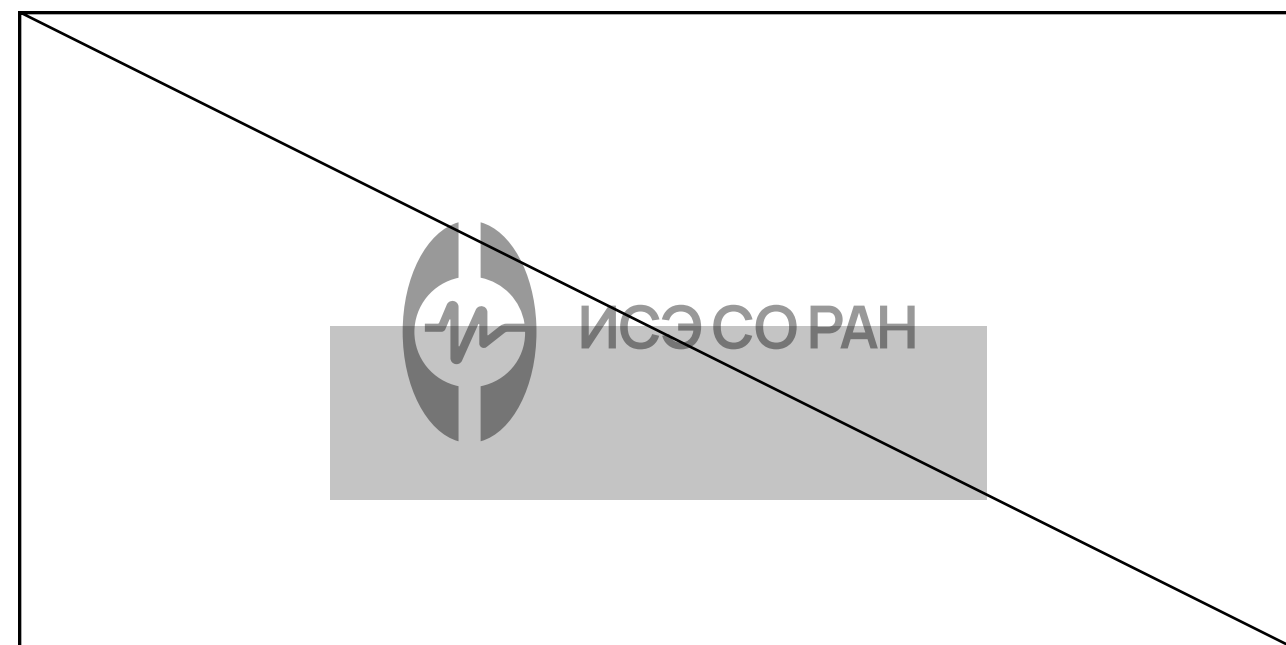
Придавать объем



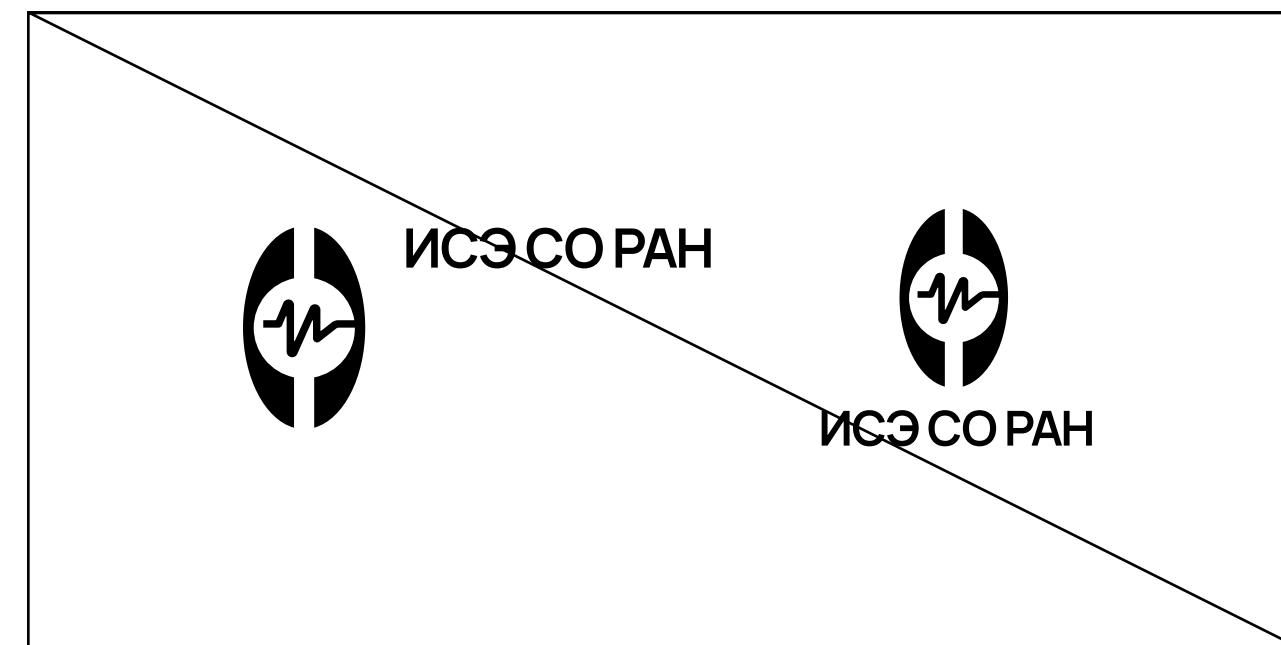
Использовать отражение



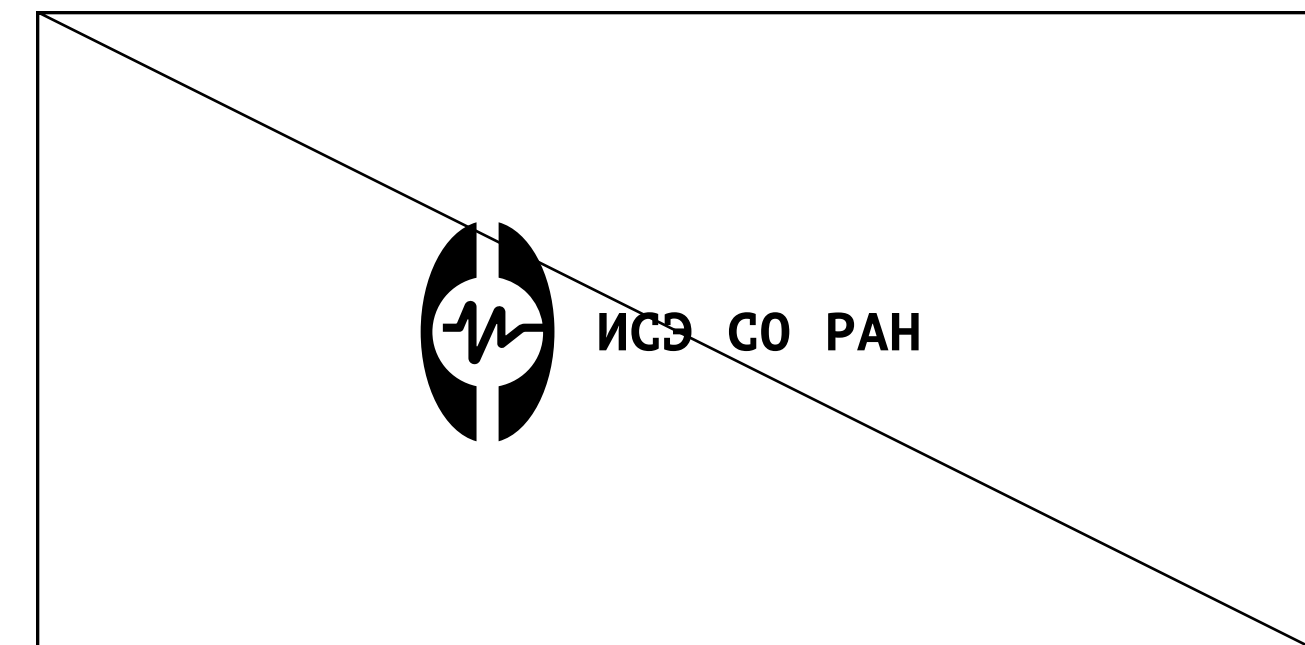
Менять прозрачность логотипа



Перемещать надпись относительно знака



Менять шрифт или начертание надписи



## Используемые цвета

Темно-синий



#383F5B  
R: 56 - G: 63 - B: 91  
C: 83 - M: 75 - Y: 41 - K: 30

Белый



#FFFFFF  
R: 255 - G: 255 - B: 255  
C: 0 - M: 0 - Y: 0 - K: 0

Светло-синий



#4A5581  
R: 74 - G: 85 - B: 129  
C: 60 - M: 45 - Y: 0 - K: 45

Черный



#292929  
R: 41 - G: 41 - B: 41  
C: 0 - M: 0 - Y: 0 - K: 100



## Цветовые вариации логотипа

Важно сохранить контраст

Синий логотип



белый фон  
светлые фотографии

Белый логотип



темный фон  
темные фотографии

Светло-синий логотип



белый фон  
светлые фотографии

Черный логотип



белый фон  
светлые фотографии  
черно-белая печать



## Цветовые вариации логотипа

Важно сохранить контраст

### Использование градиента

В исключительных случаях допускается использование знака с легким градиентом, либо использование белого знака на градиенте.

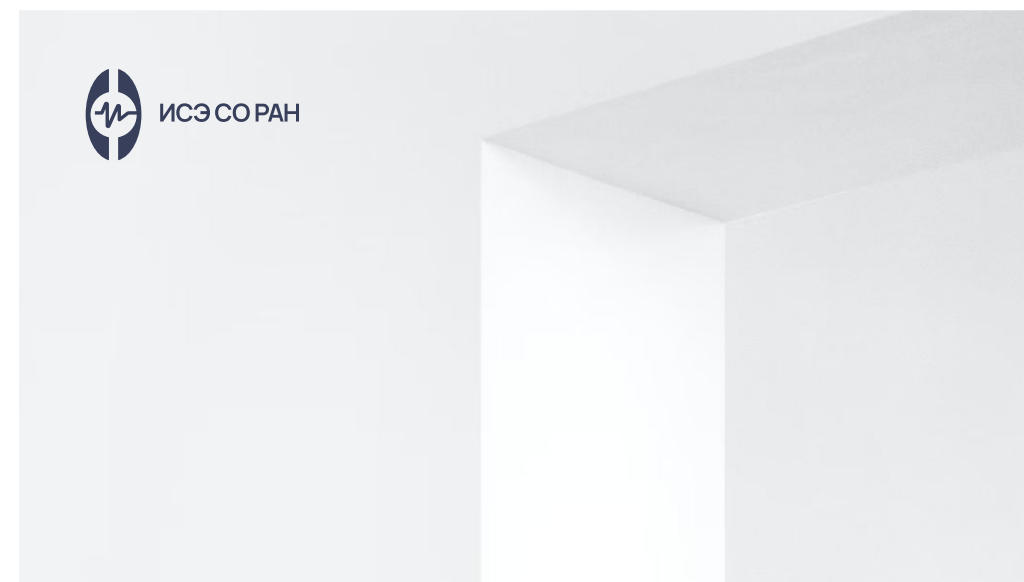
Градиент должен состоять из фирменных цветов - от тёмно-синего к светло-синему, в соотношении 50/50. Градиент должен быть линейным.



# Использование логотипов на фотографиях

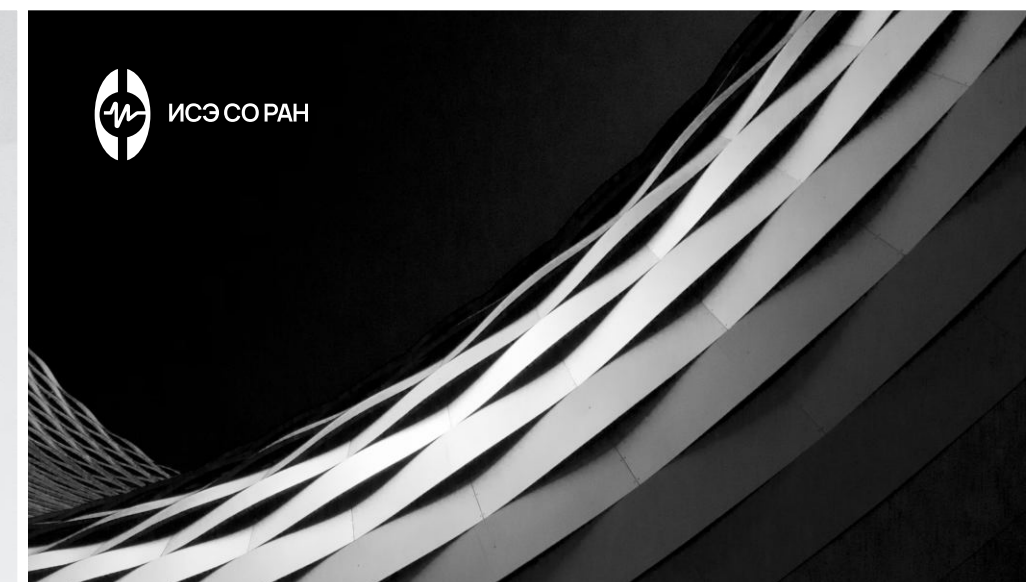
Важно сохранить контраст

Синий логотип



белые фотографии

Белый логотип



фотографии с темным или черным фоном

Светло-синий логотип



белые фотографии

Черный логотип



фотографии со светлым или белым фоном

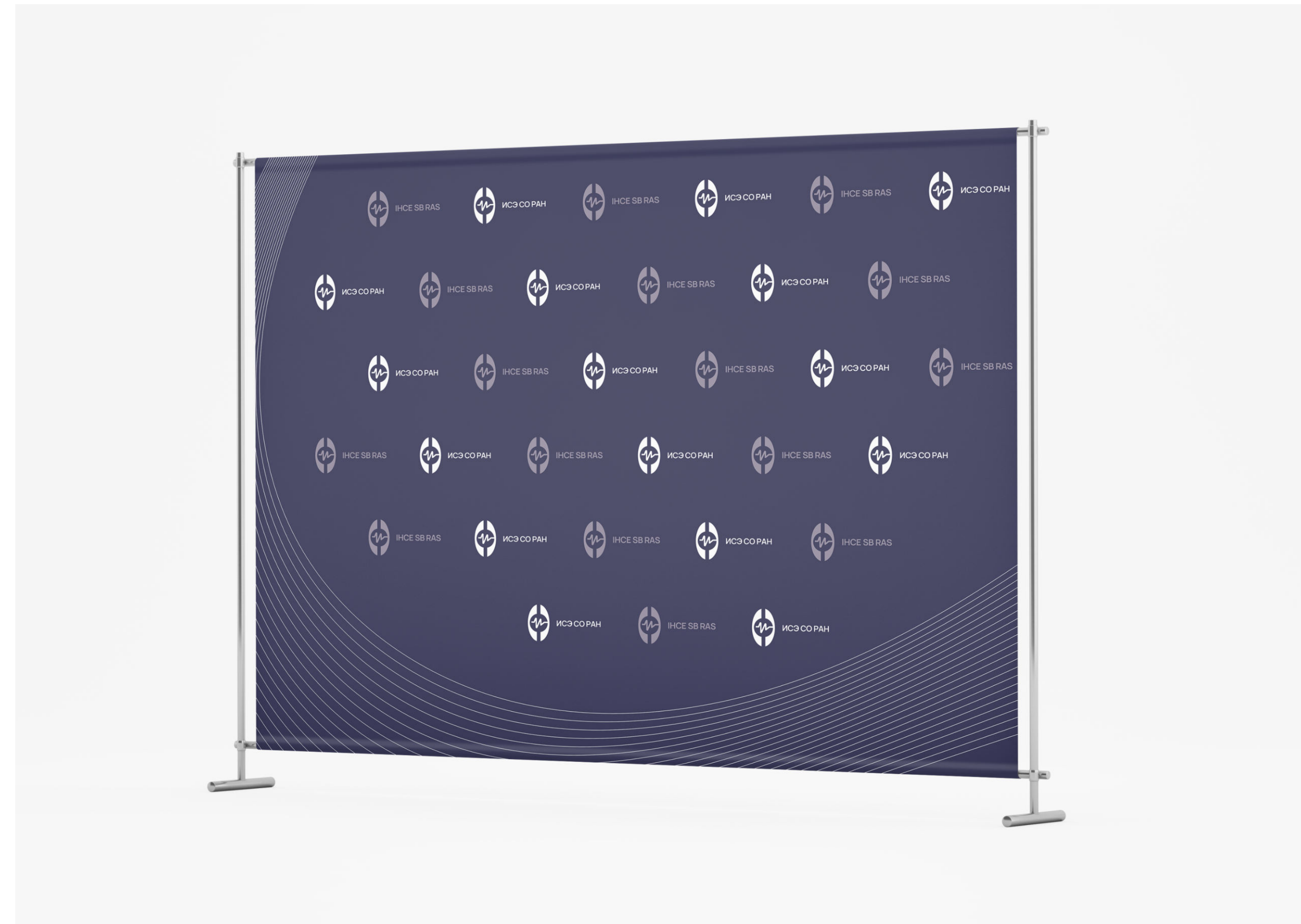


## Использование логотипов на фотографиях

В исключительных случаях возможно отходить от правил контрастности

Например при создании паттерна из логотипов.

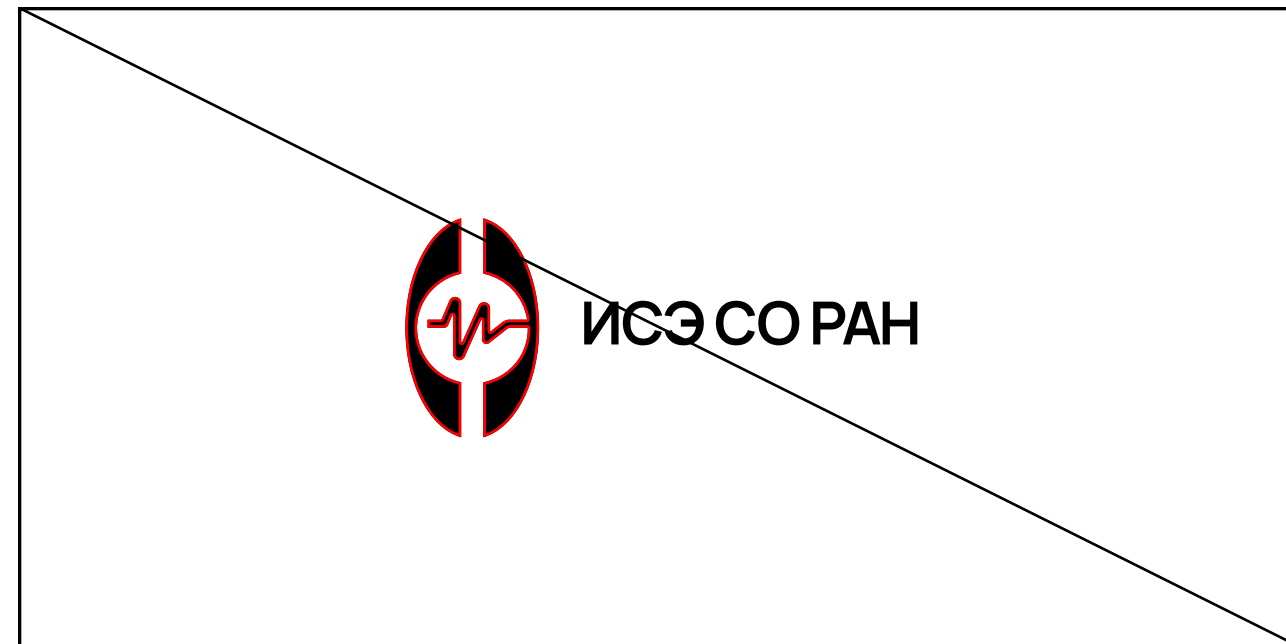
Основное условие использования логотипа с низкой контрастностью — это наличие логотипа с высокой контрастностью на макете. Лого с высокой контрастностью должен занимать основную позицию.



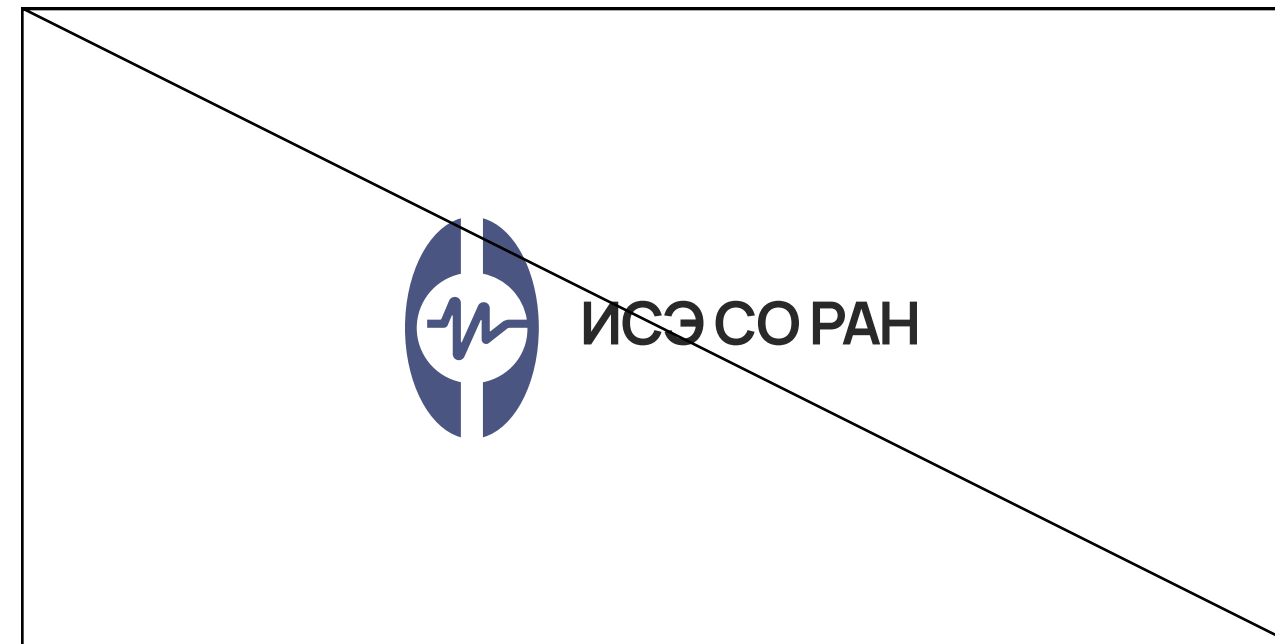


## Запрещено:

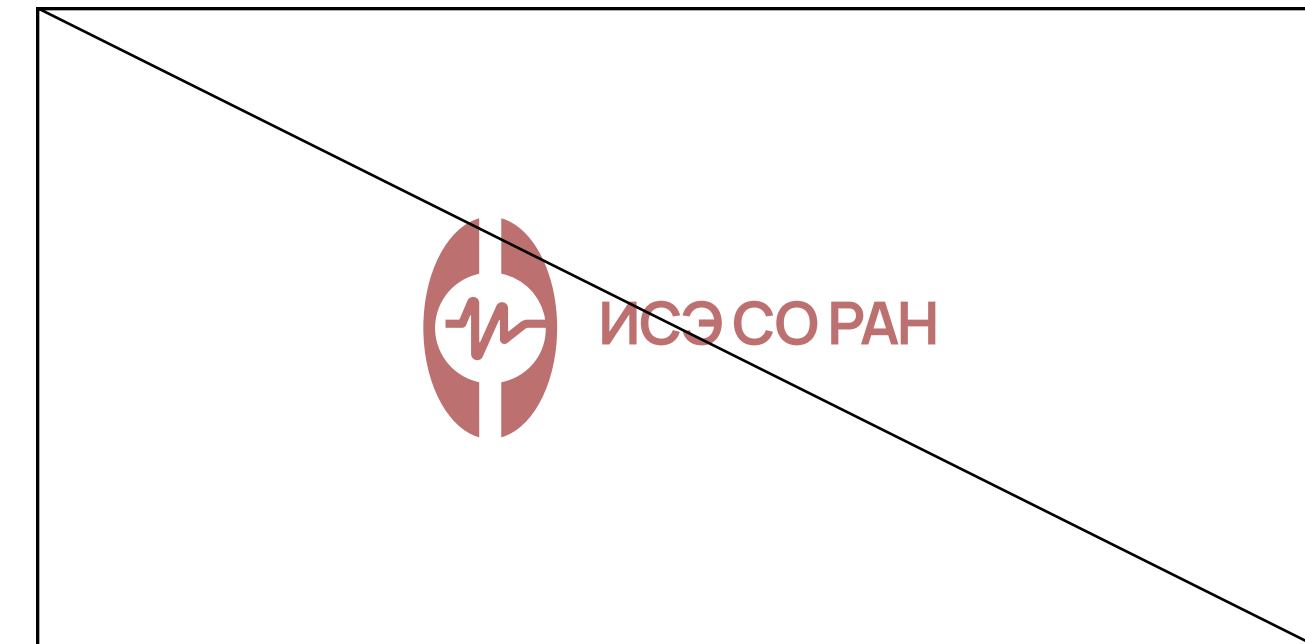
Использовать цветные обводки



Использовать знак и логотип в разных цветовых решениях



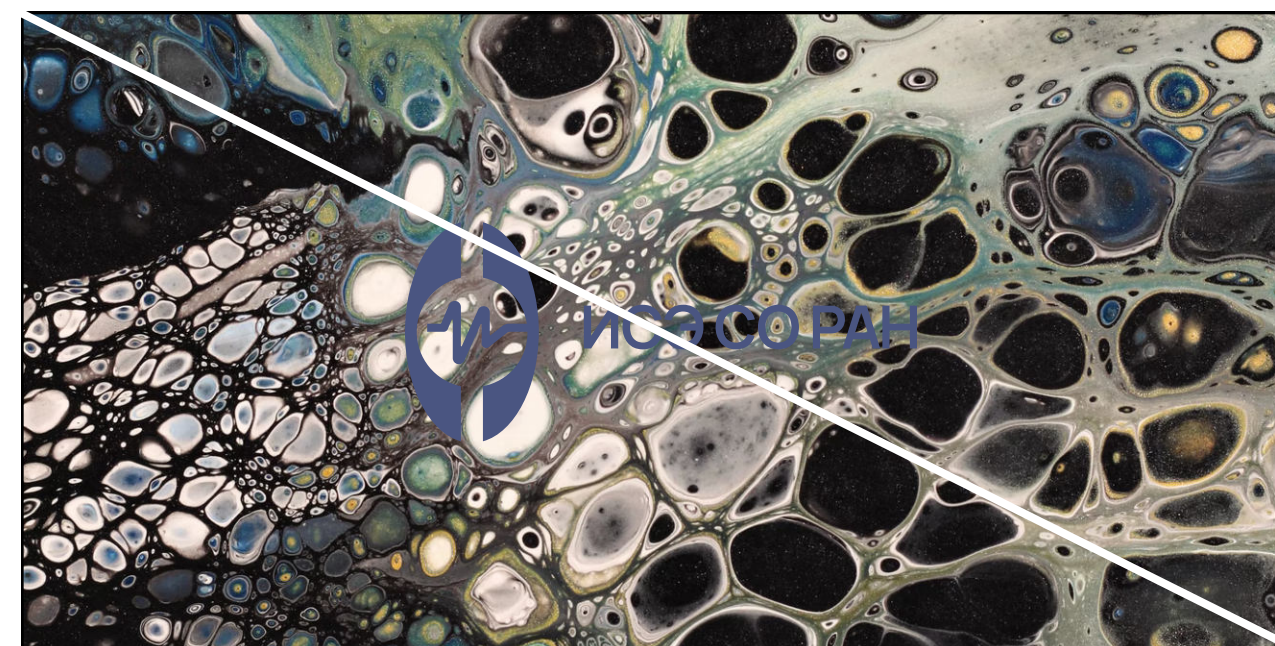
Использовать иные цвета, не предусмотренные руководством по стилю



Использовать логотип и фон с малой контрастностью



Использовать высокодетализированный фон с большим количеством цветов в качестве подложки



Использовать режимы наложения/эффекты на логотипе





## Памятка по использованию логотипа на цветных фонах

Важно сохранить контраст

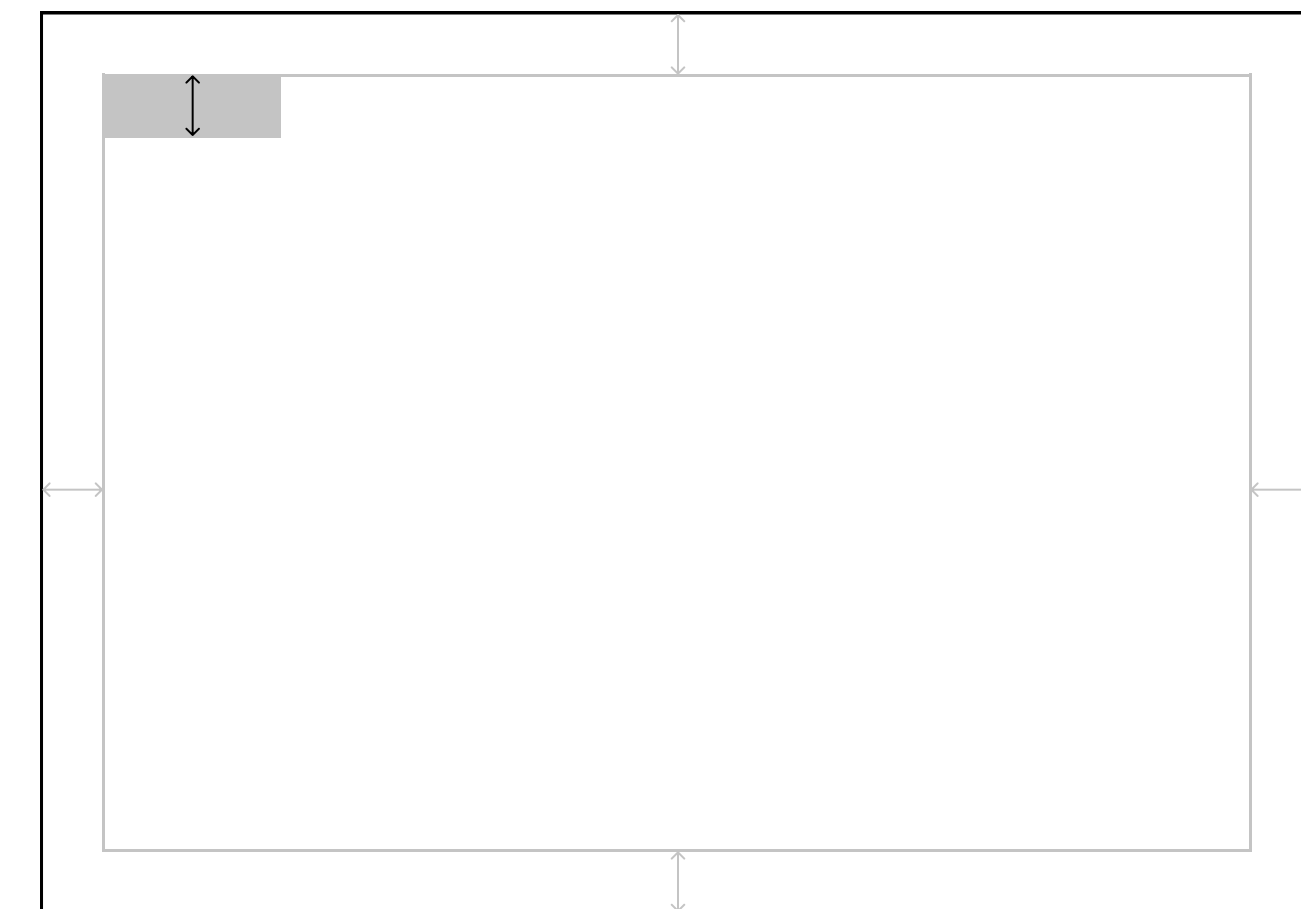
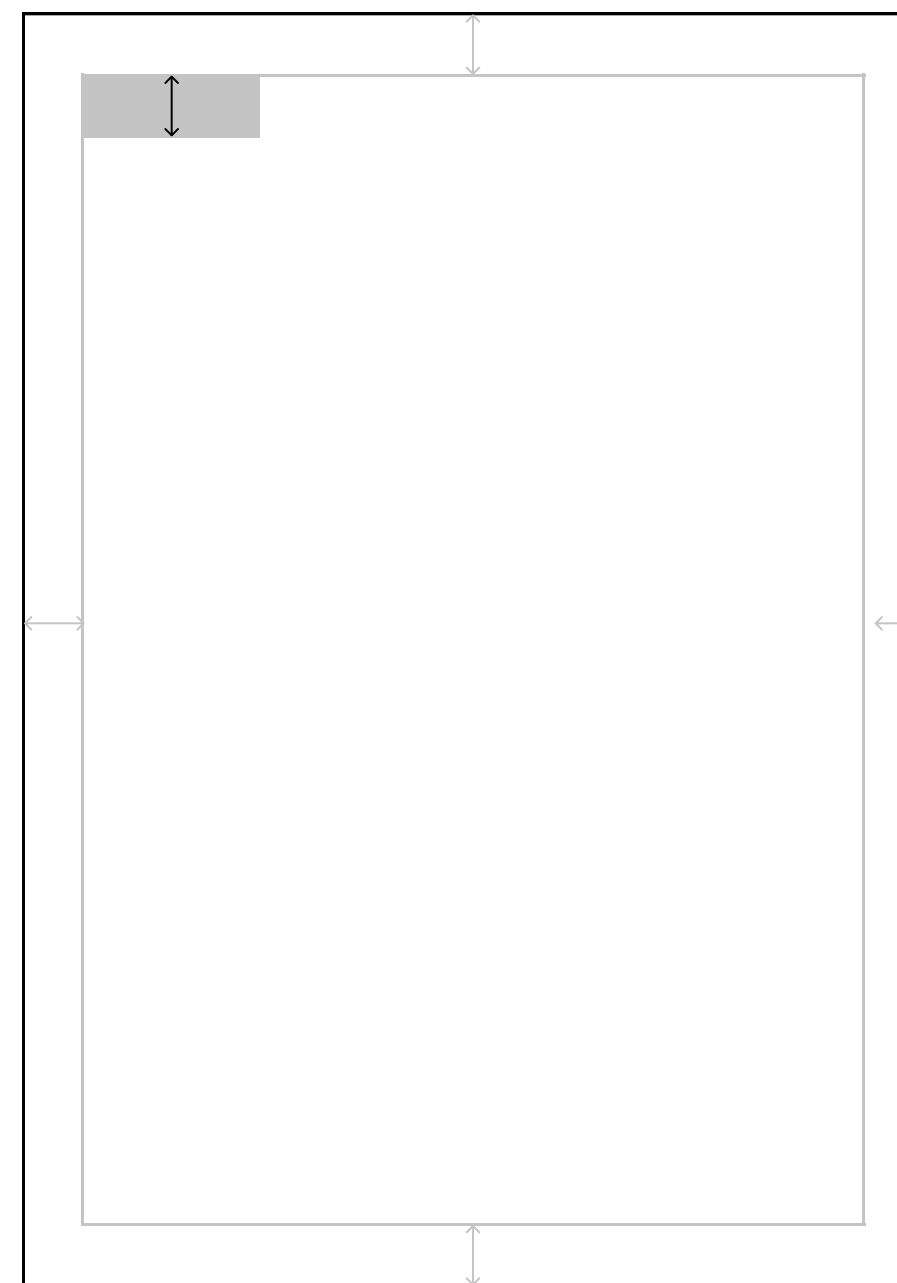
### Сохраняйте читаемость!

Главная проблема при использовании фотографий и логотипа — это сохранение его читаемости. Постарайтесь подбирать такую фотографию, чтобы силуэт знака был легко читаемым, а аббревиатура без проблем считывалась. Нельзя допускать того, чтобы цветные пятна на фоне нарушали контрастность логотипа.



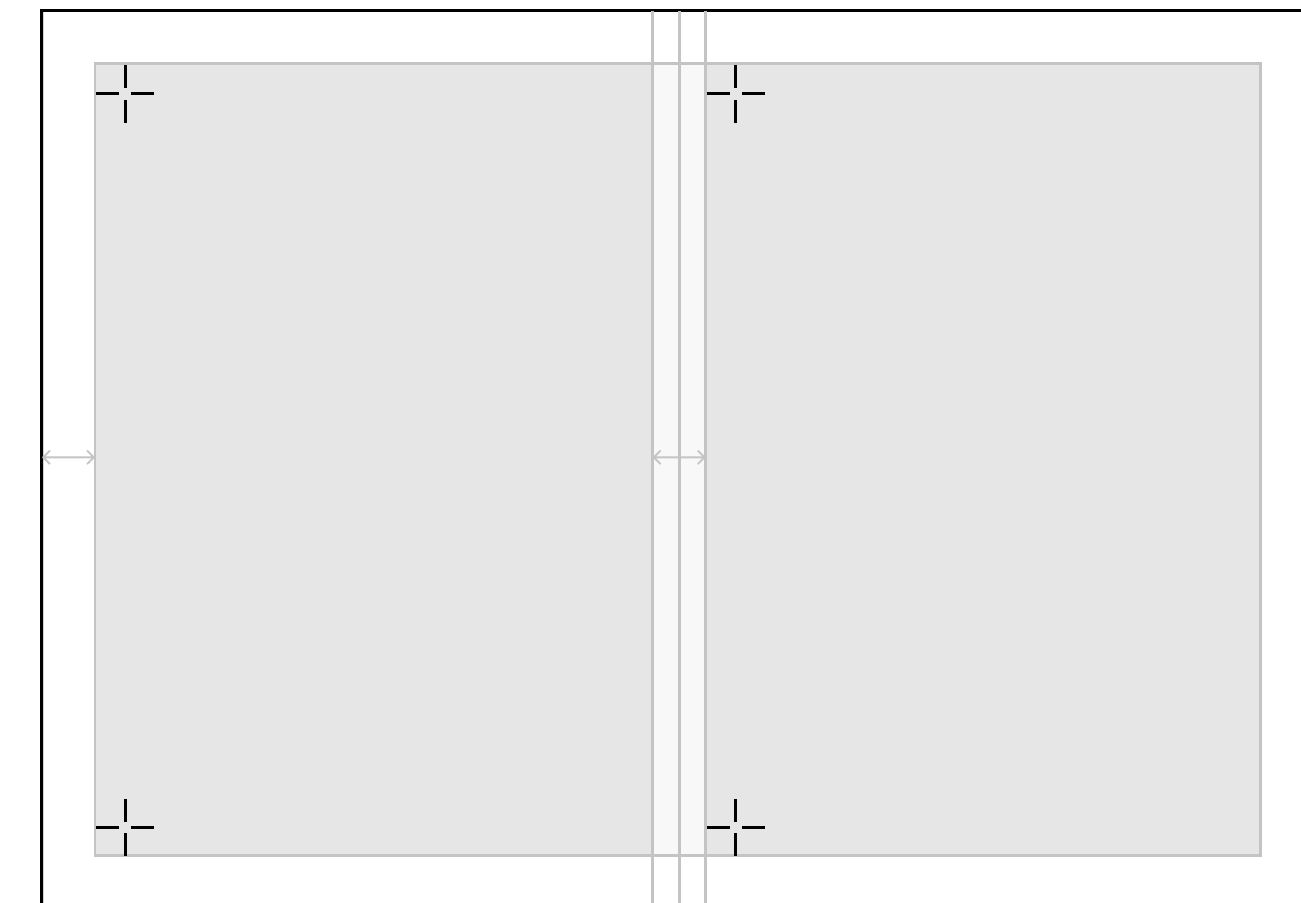
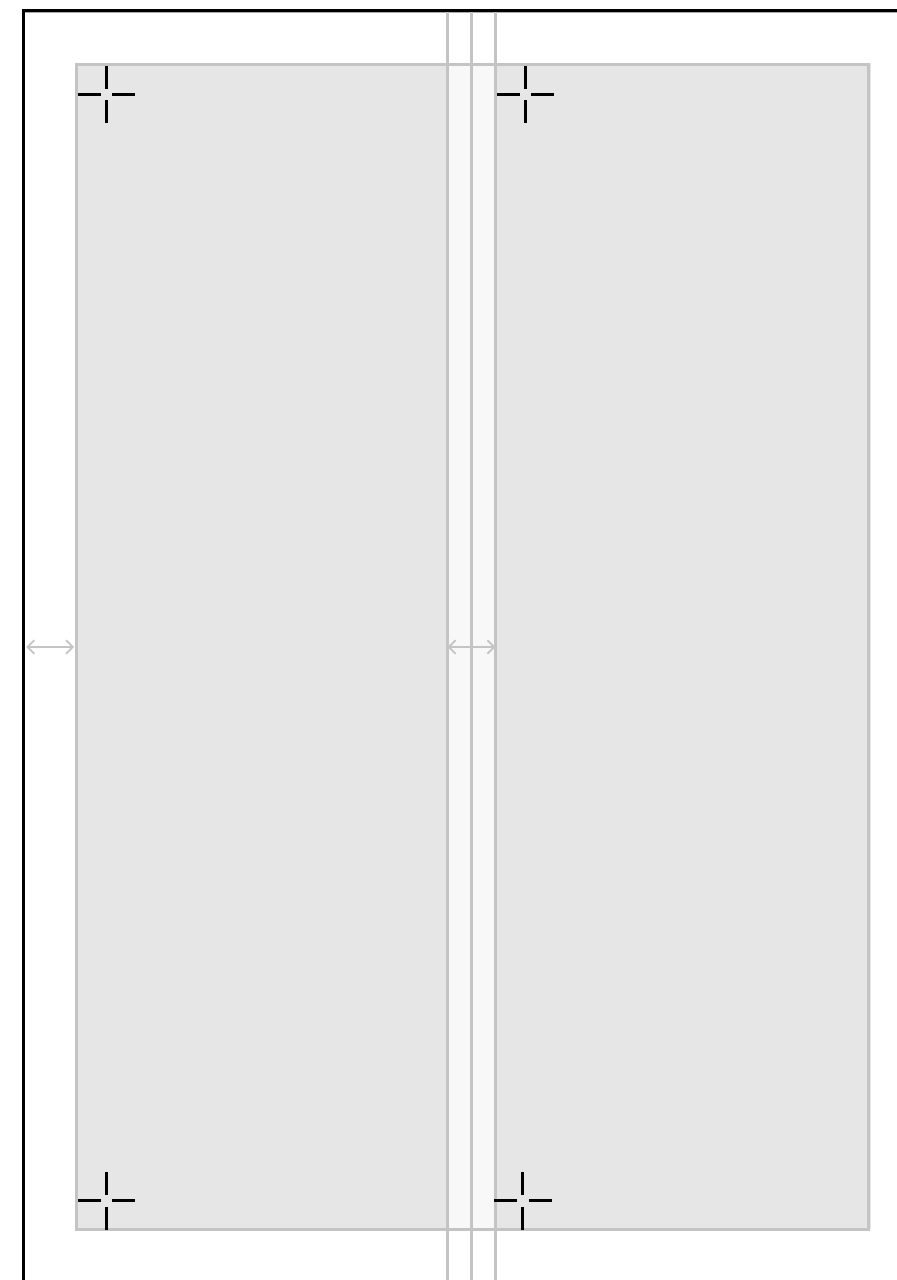
## Расстояние

Расстояние от края листа до логотипа равно размеру самого логотипа в минимальном размере (13 мм по высоте), если не указано иного



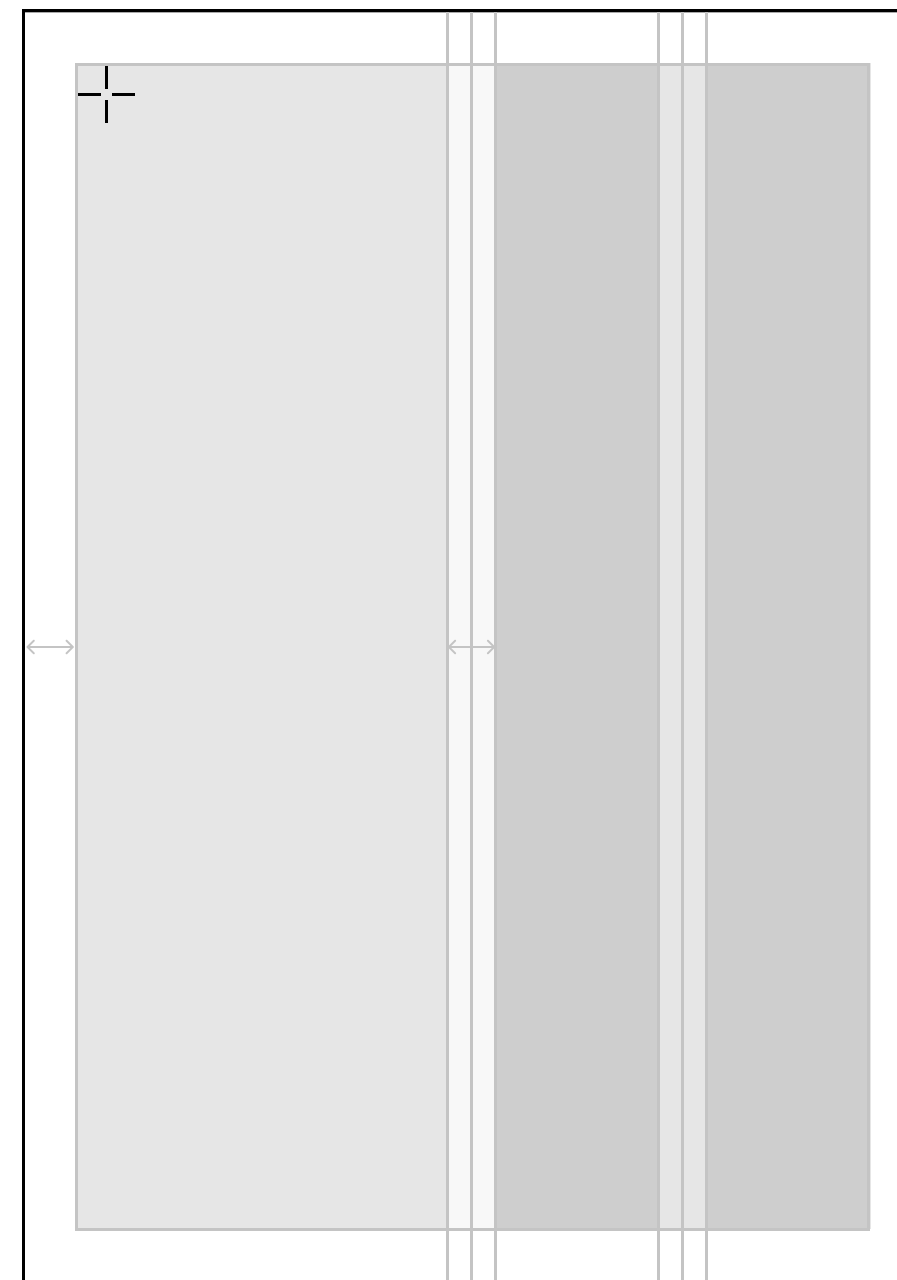
## Расположение логотипа

Полиграфическая продукция  
На примере — формат А4



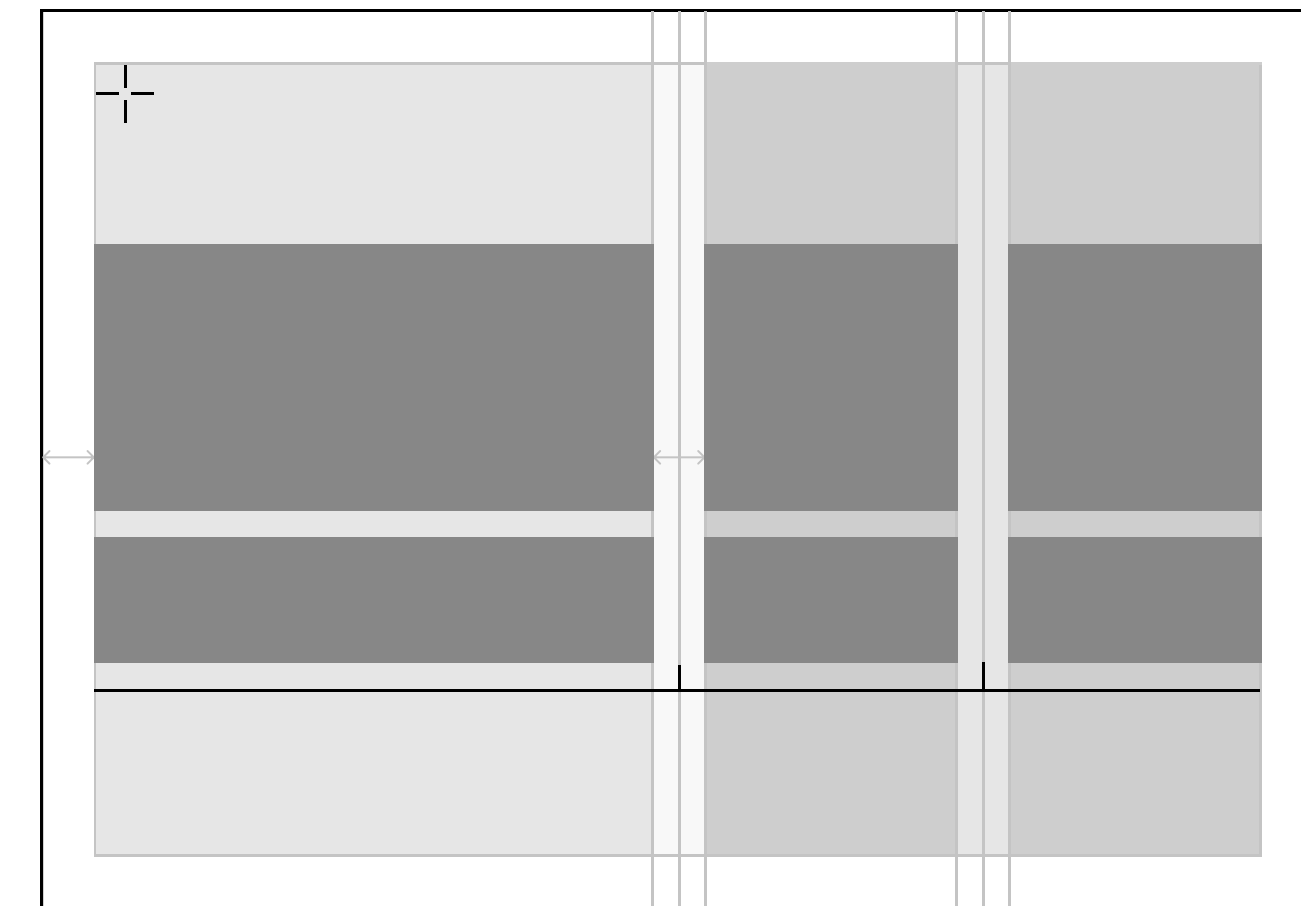
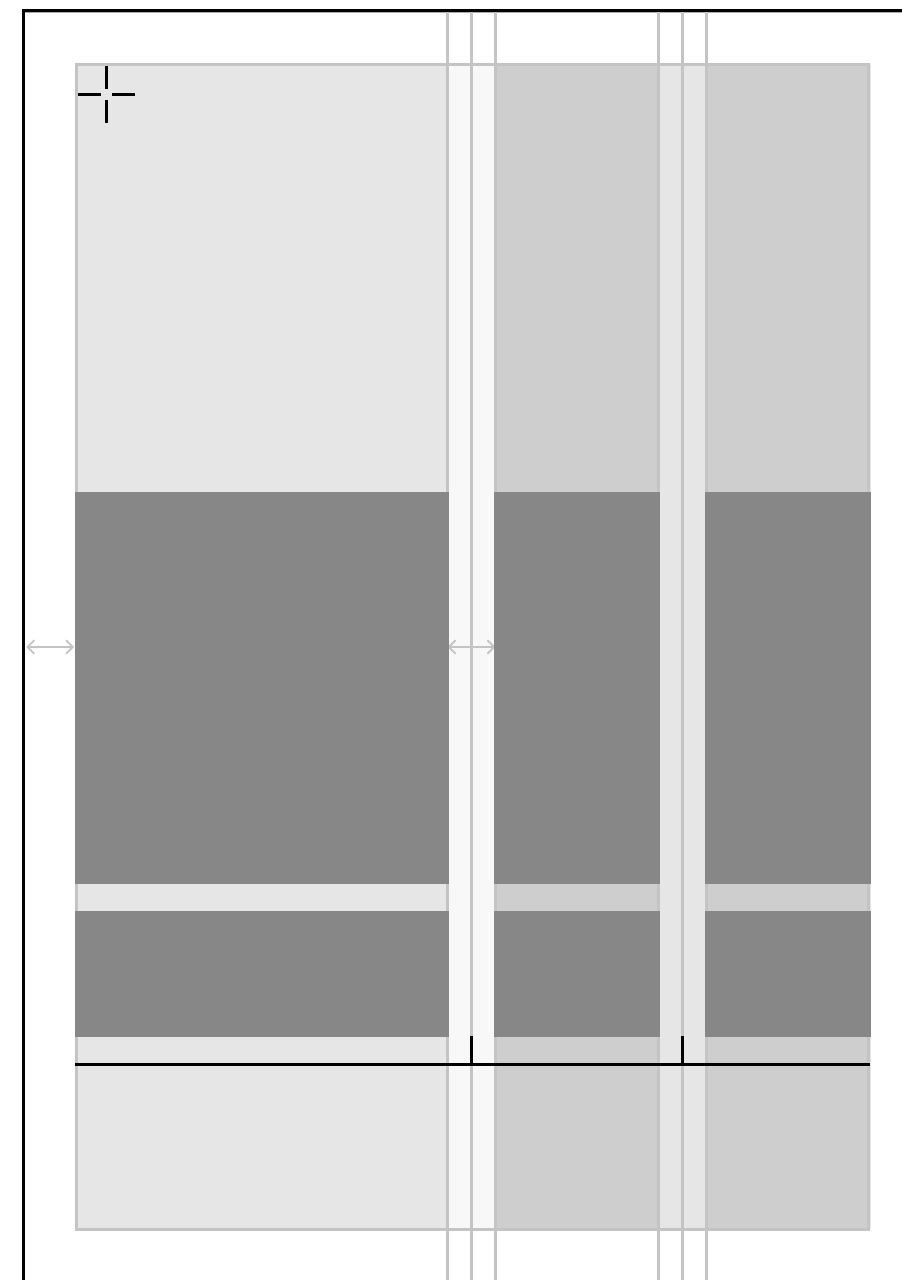
# Построение сеток

Полиграфическая продукция  
На примере — формат А4



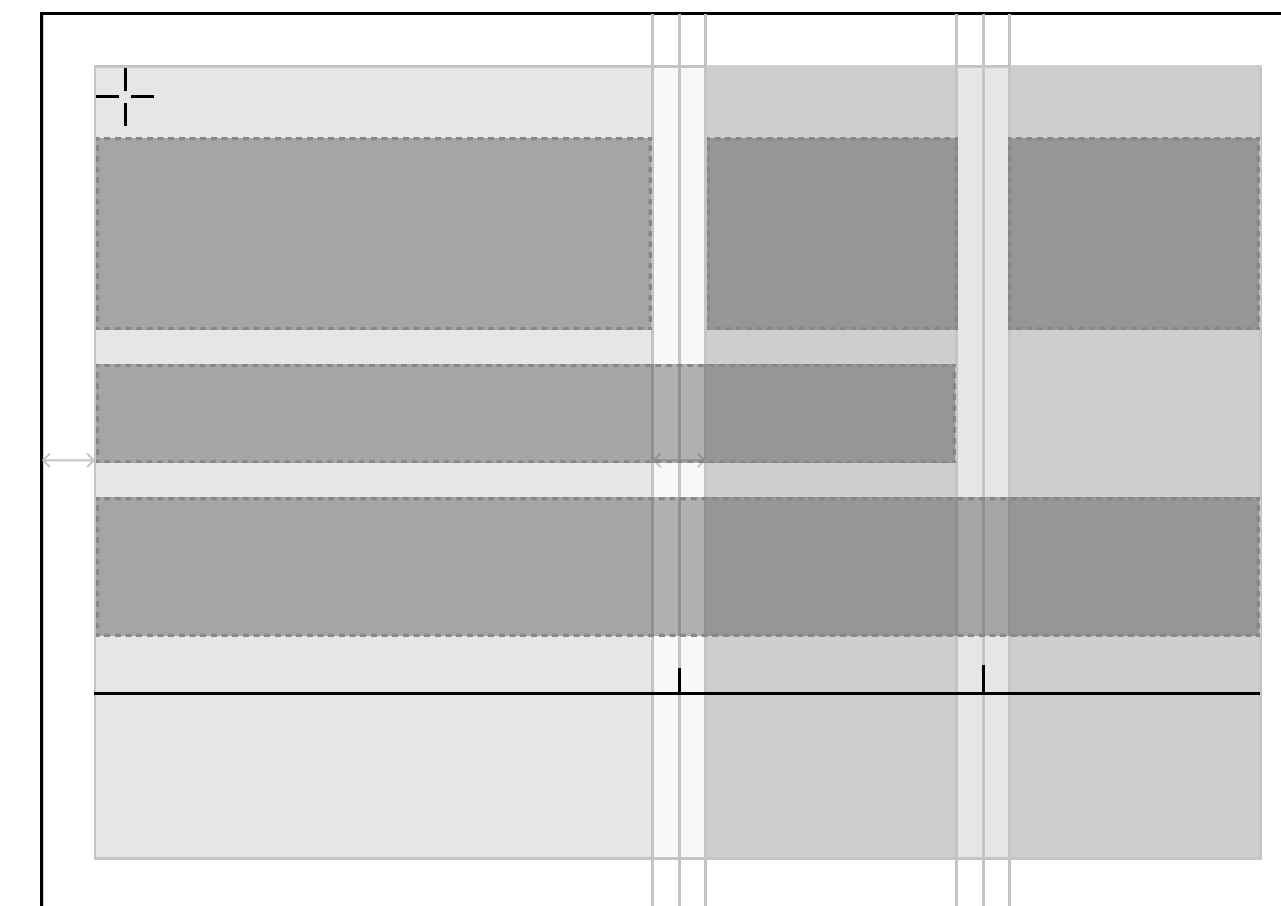
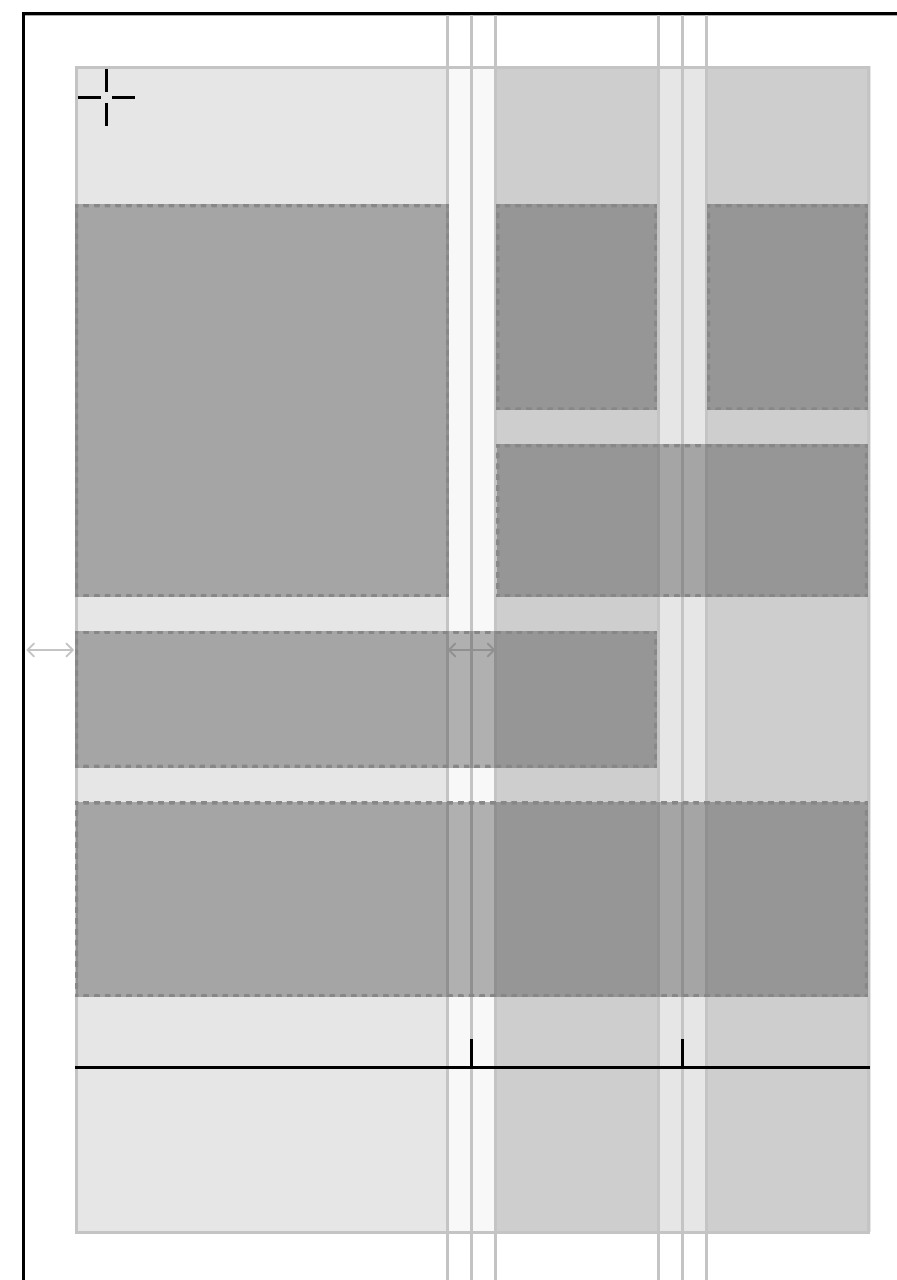
# Дивайдеры

Полиграфическая продукция  
На примере — формат А4



## Использование контента

Полиграфическая продукция  
На примере — формат А4

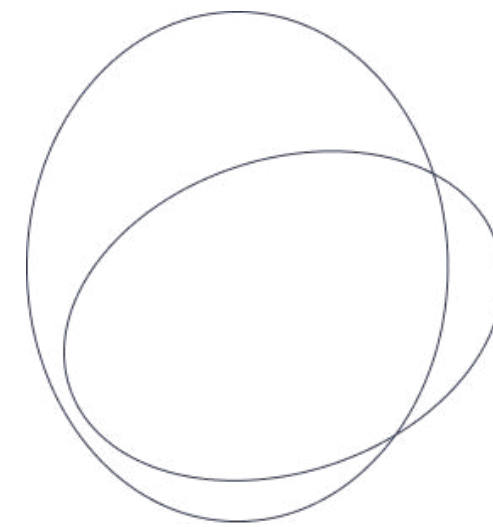


## Фирменные элементы

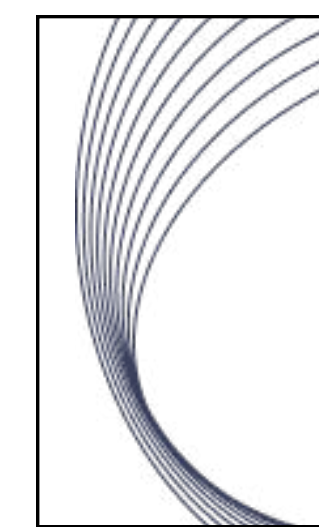
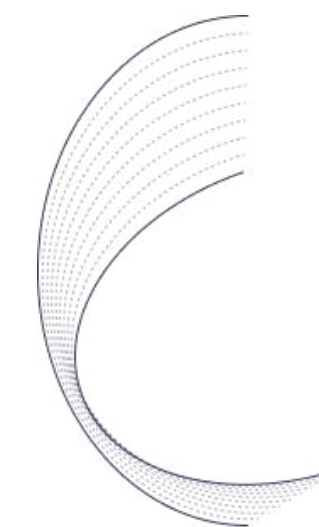
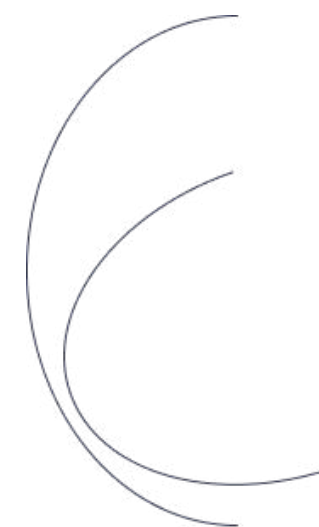
Линии. Способ построения.  
Линии с фиксированным построением.

В соответствии композиции рисуется две окружности (1). После того как баланс и необходимый эффект от создаваемого паттерна найдены, берутся выбранные дуги (2, 3), между ними достраиваются дополнительные дуги для создания перехода (2, 3).

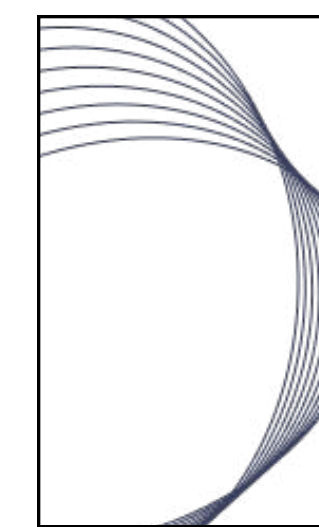
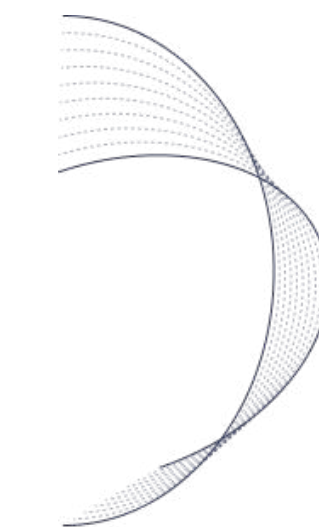
1



2



3





## Фирменные элементы

Линии. Способ построения.  
Линии с фиксированным построением.

Важно держать в голове то, что линии не должны находиться слишком плотно друг к другу.

Минимальная толщина линий - 0,25pt  
Толщина линий вычитывается по формуле

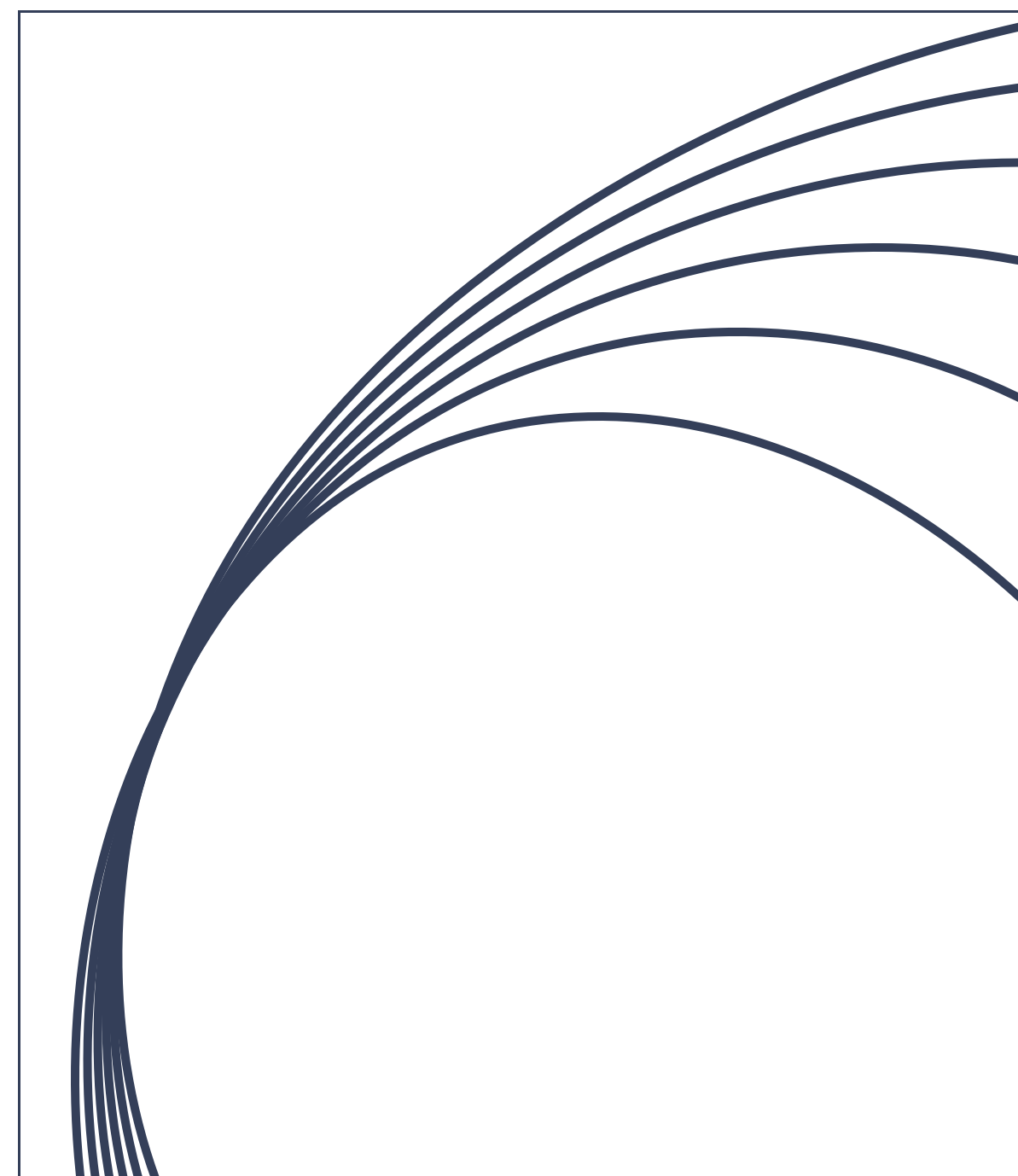
$Y * X,$

где X равен кратности увеличения макета.  
Например: макет подготовленный в мм для дальнейшего перевода в см (90мм макета = 90см реального размера) следовательно толщина линии =  $0,25 * 10$ )

Цвет линий:

Фирменный темно-синий      #383F5B;  
R: 56 - G: 63 - B: 91;  
C: 85 - M: 70 - Y: 40 - K: 35

Фирменный белый                #FFFFFF;  
R: 255 - G: 255 - B: 255;  
C: 0 - M: 0 - Y: 0 - K: 0

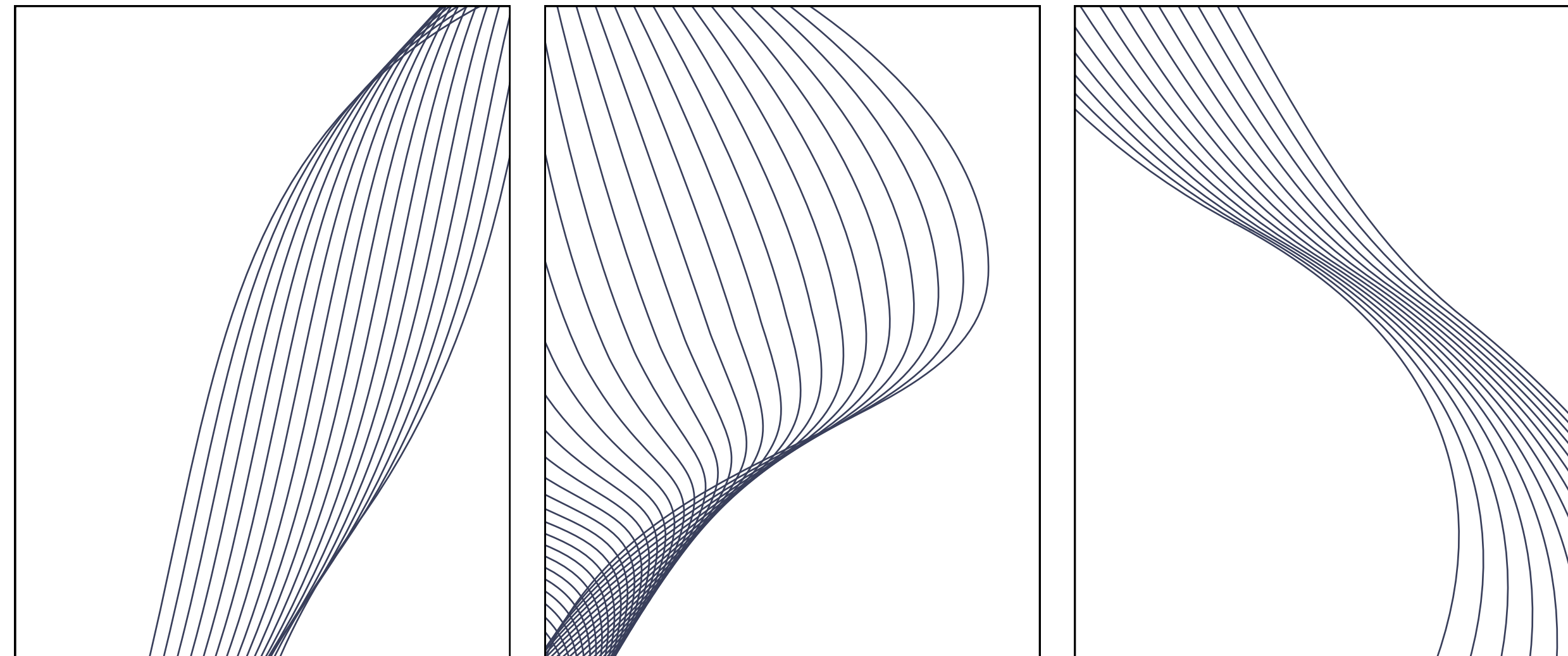


## Фирменные элементы

Линии. Способ построения 1.  
Органичные линии.

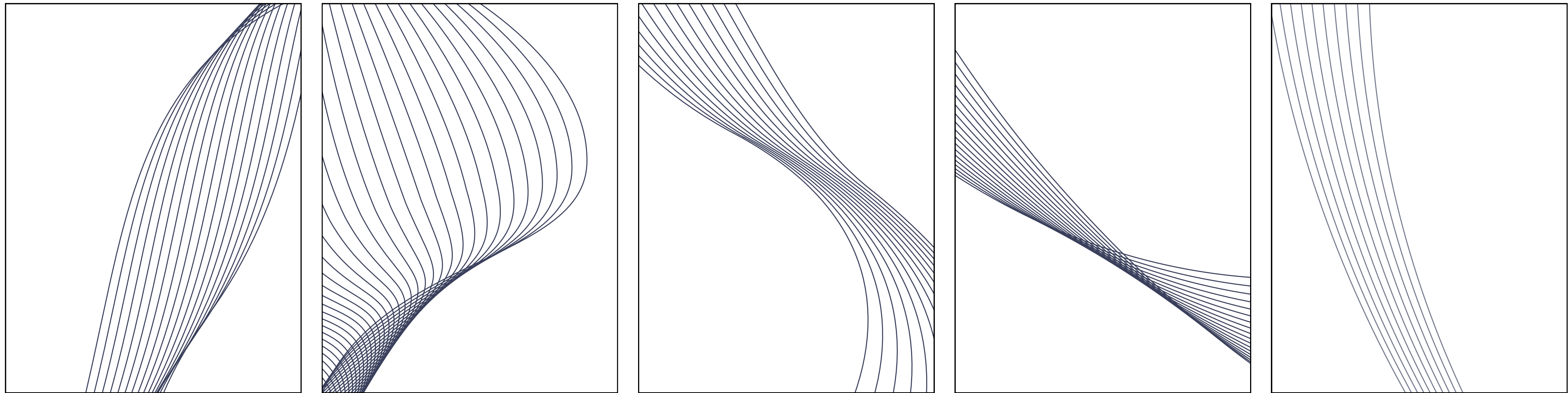
Для построения рисуются две кривых, отвечающие требованиям вашей композиции. Когда подходящая форма и расположение найдены - между линиями достраивается переход от одной формы к другой.

Важно обратить внимание на сгибы. Крайние линии не должны иметь резких изгибов, чтобы избежать сжимания дополнительных линий и образования уплотнений.



## Фирменные элементы

Набор готовых элементов - <https://disk.yandex.ru/d/McRXkNbYsSzElg>

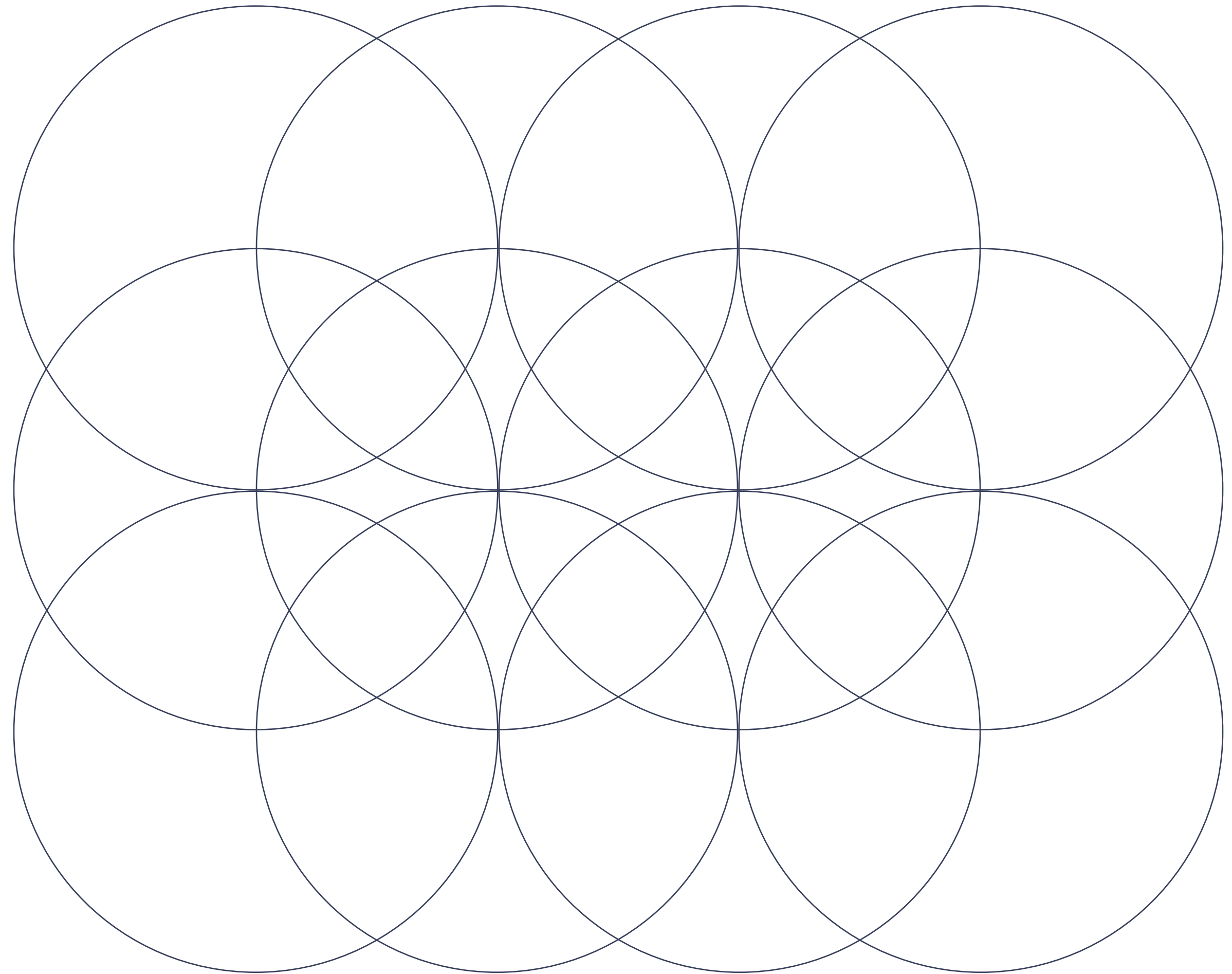


## Фирменные элементы

Круги

Используются без линий

Использование уместно только  
если круги являются основным  
носителем информации





## Фирменные элементы

Круги

Могут быть использованы вместе с фотографиями

Фотографии должны перекрывать большую часть паттерна

Недопустимо использование фотографий, информация на которых в паттерне обрезается



## Фирменные элементы

Круги

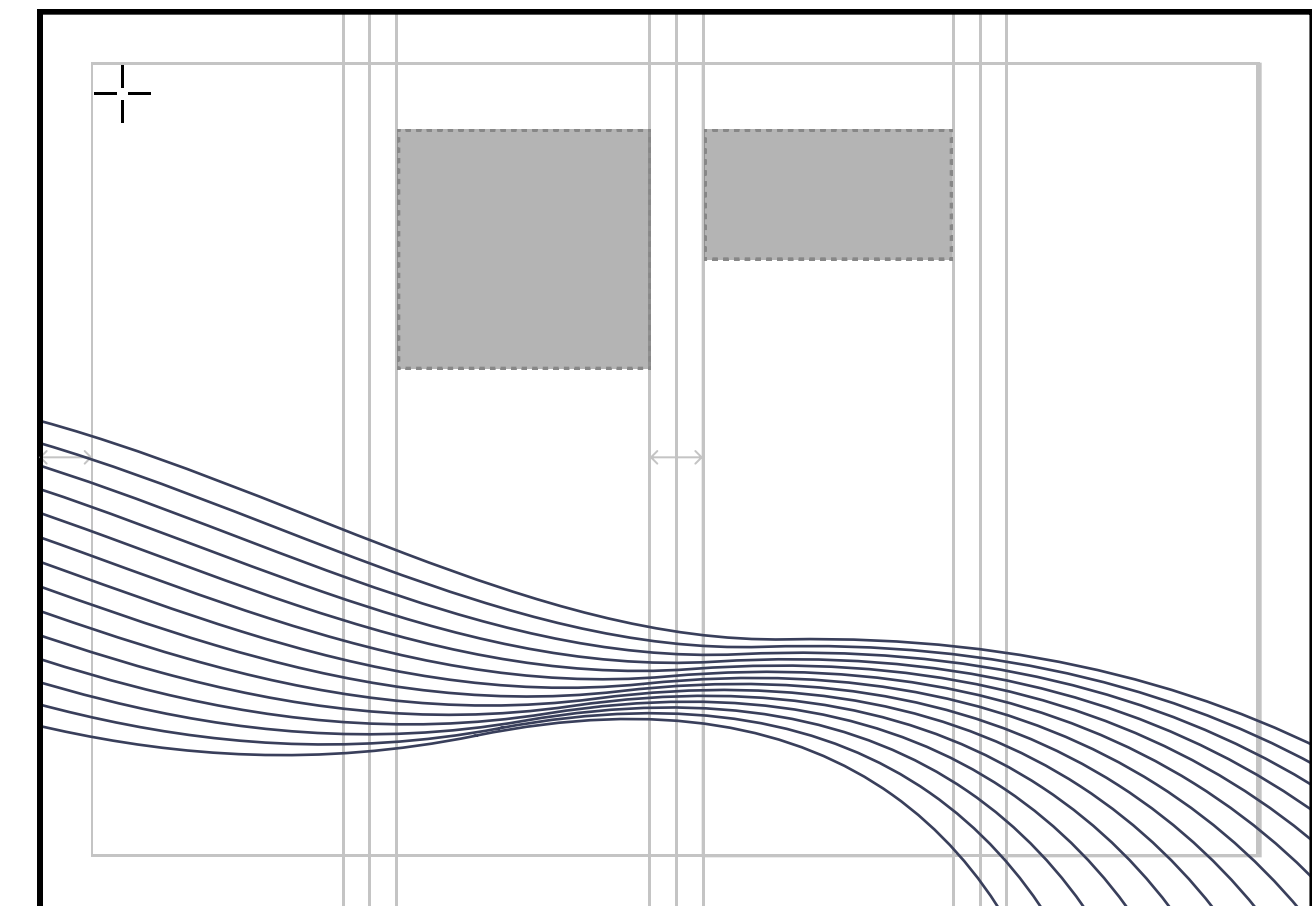
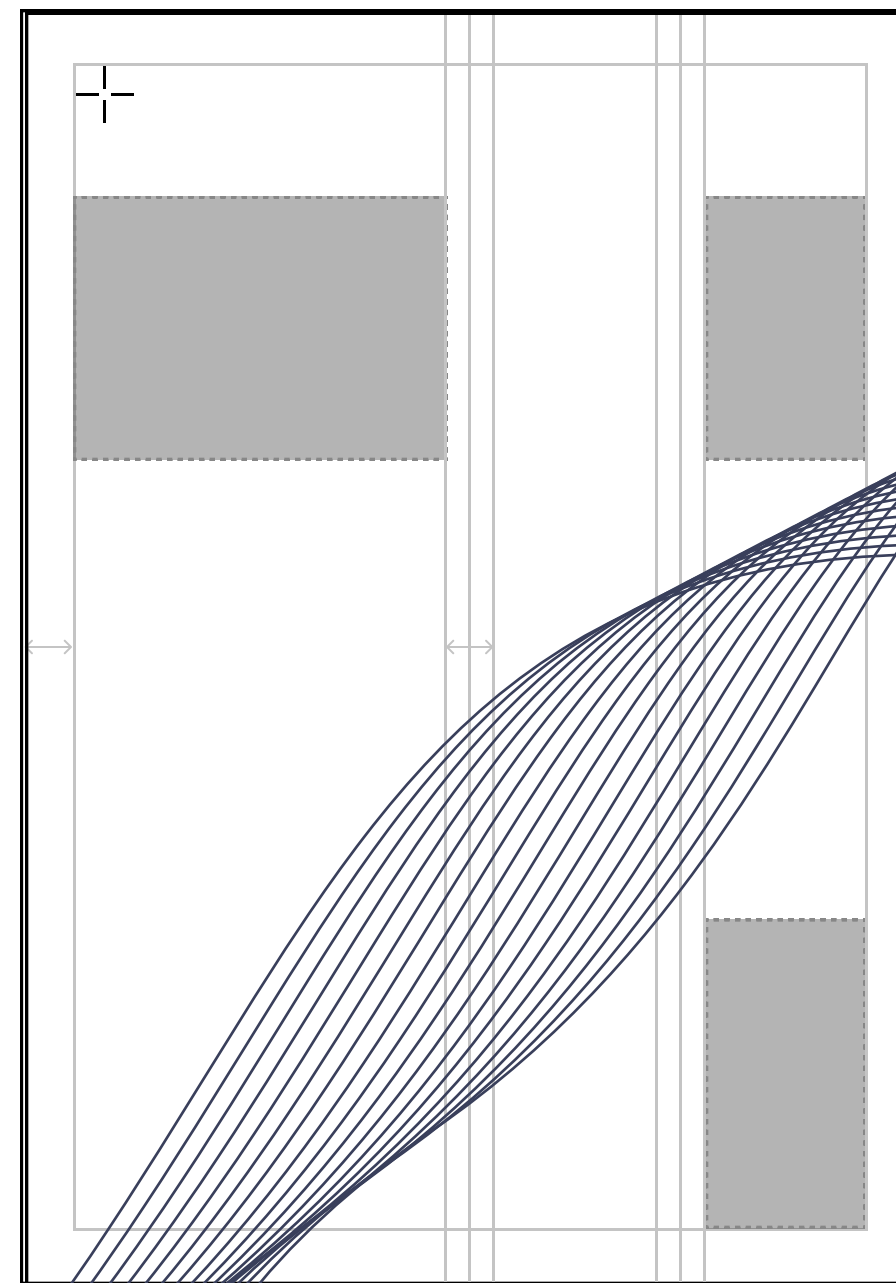
Допустимо использование  
цветовых акцентов



## Поведение узоров

### Линии

Элементы ни в коем случае не должны перекрывать контент и оттеснять его - линии не должны находиться поверх контента.

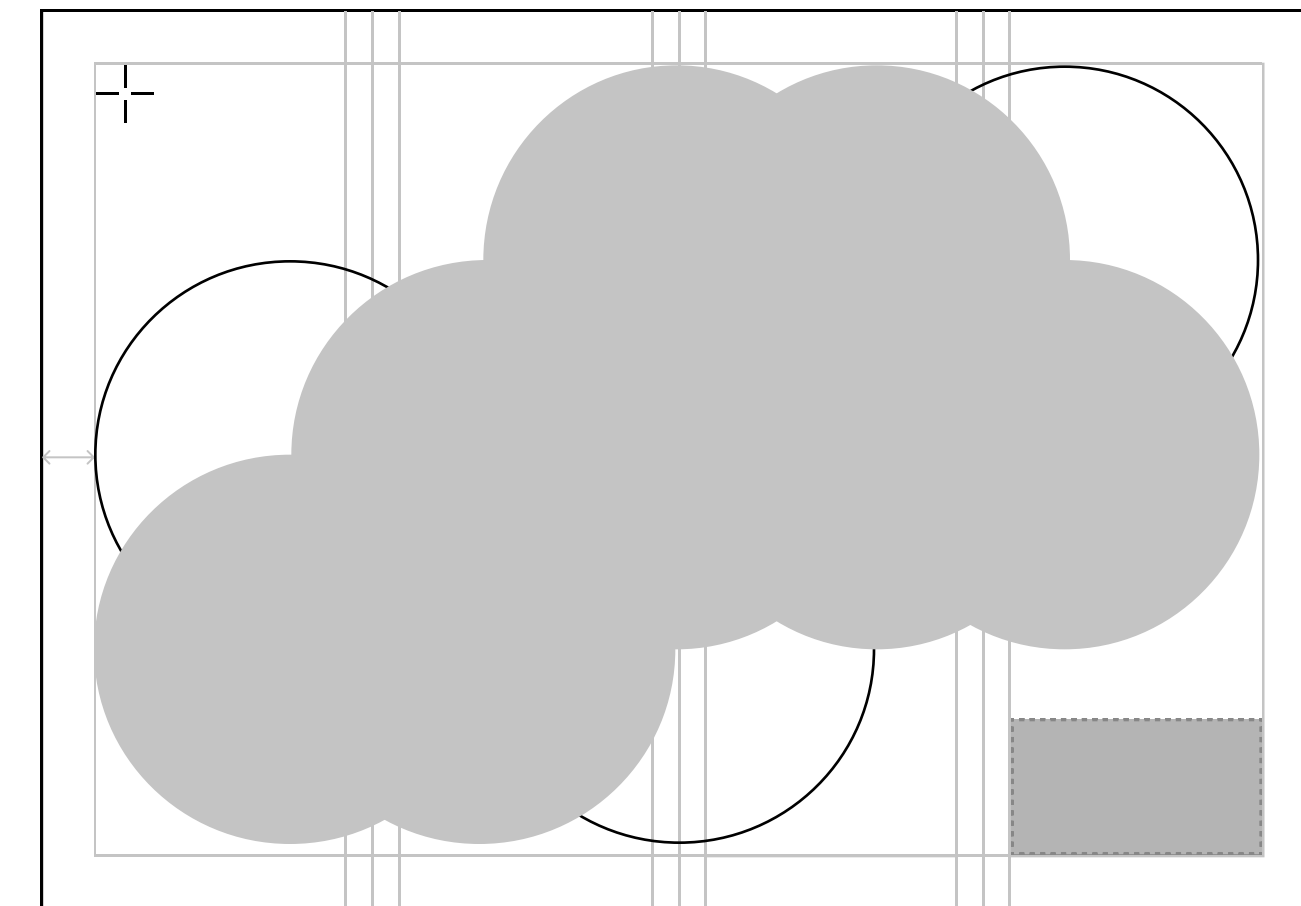
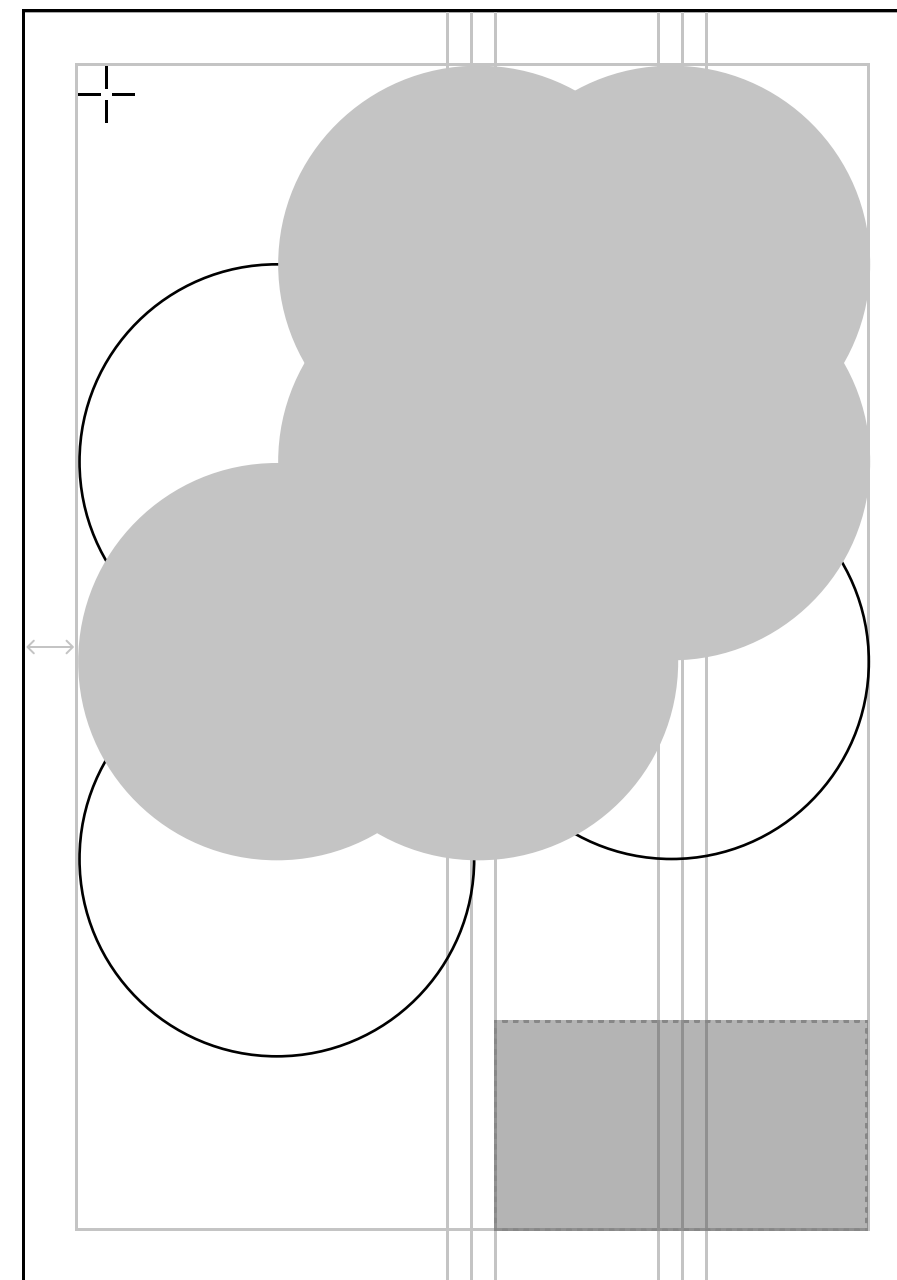


## Поведение узоров

### Круги

Использование допустимо только в случае, если круги занимают центральное место в композиции и не обрезают контент

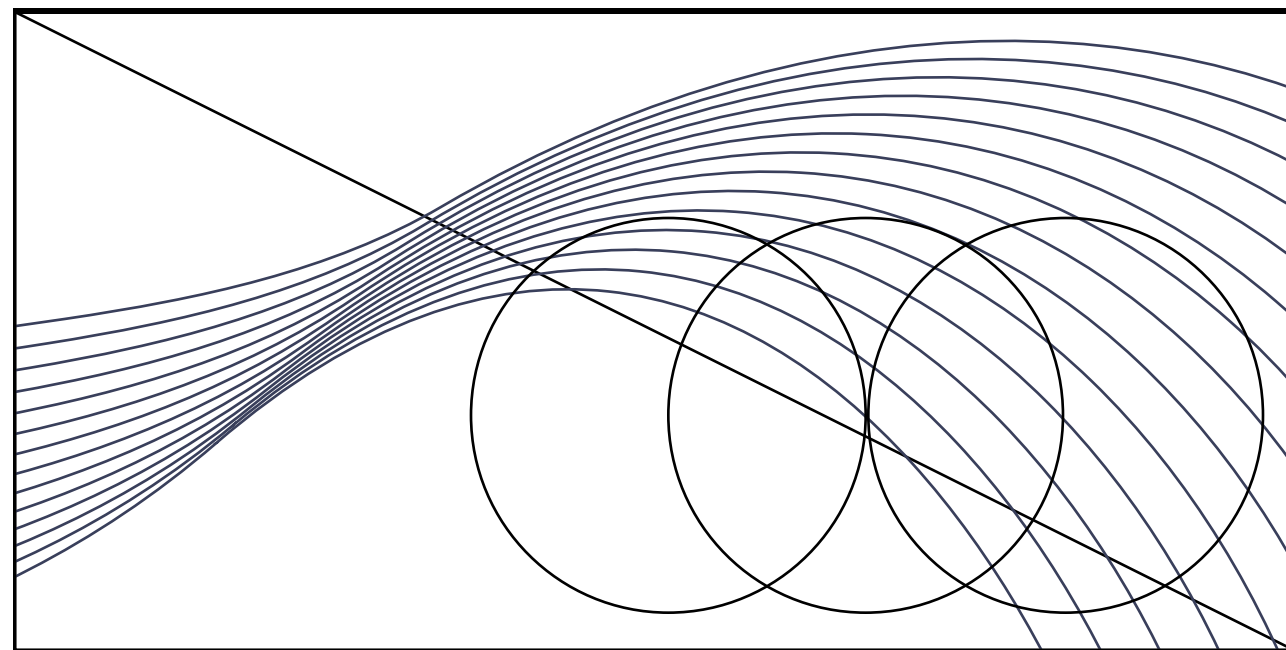
Фотографии и картинки должны занимать центральное место в презентации



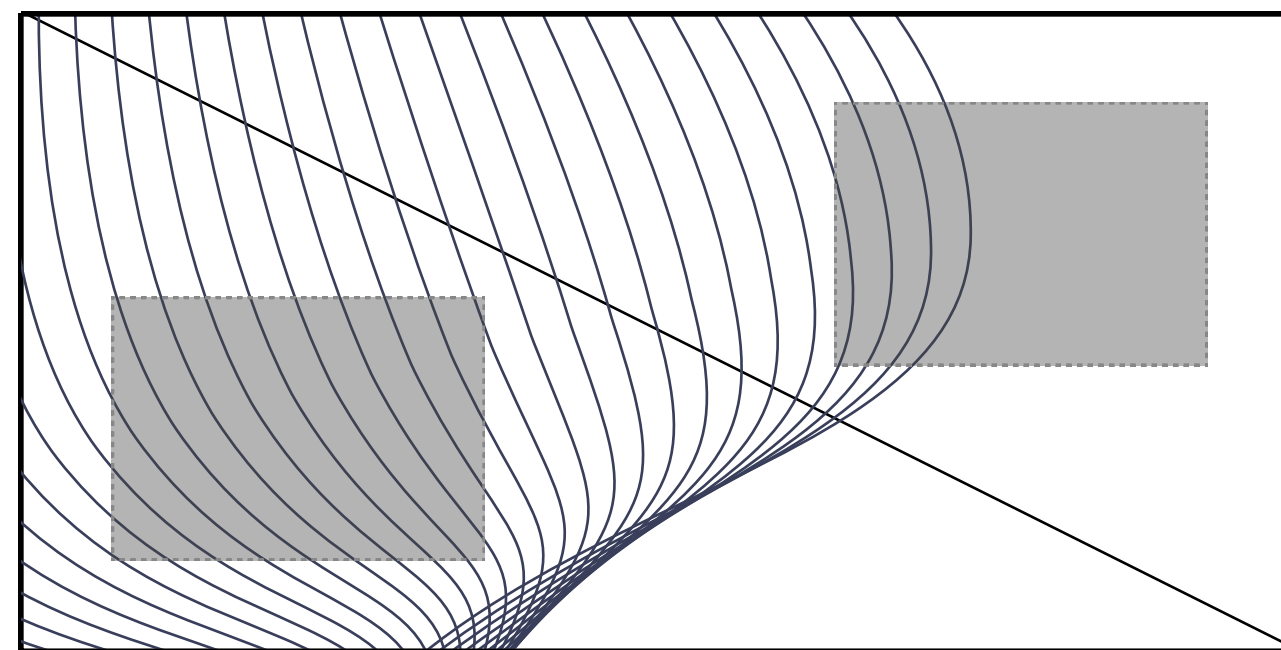


Запрещено:

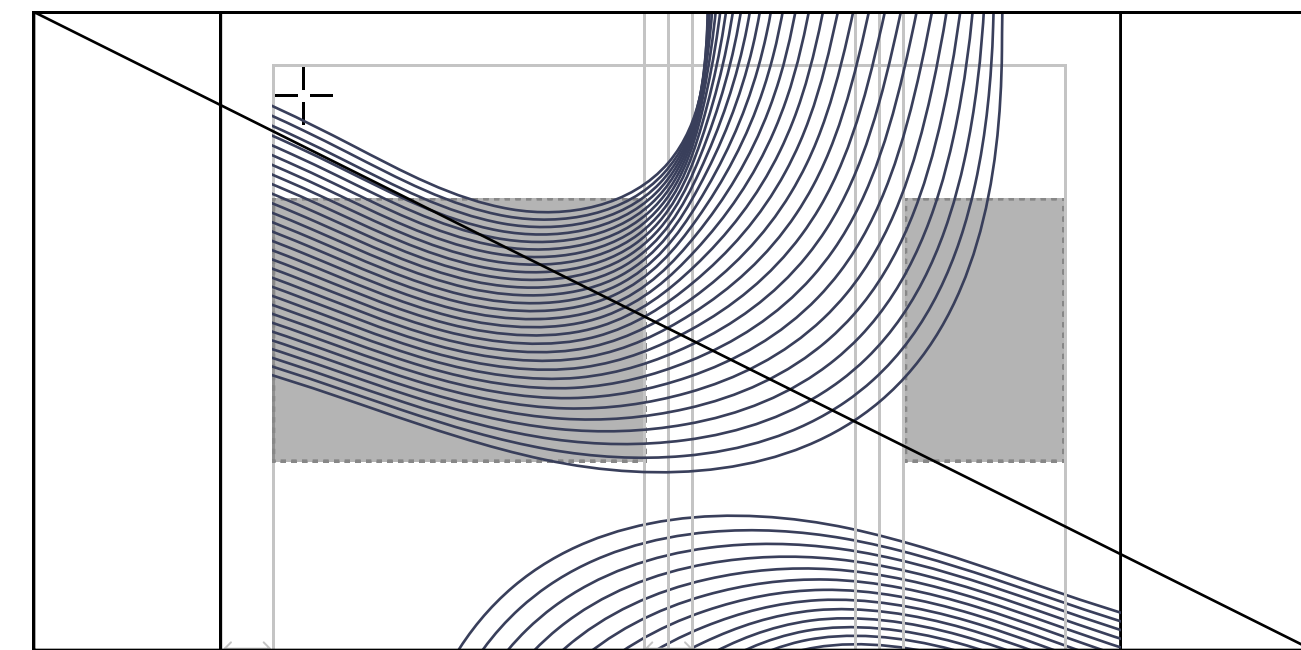
Совмещать использование линий и кругов



Перекрывать контент фирменными элементами



Перегружать носитель фирменными элементами



## Пример фирменного стиля на носителях

На всех носителях допускается  
использование только официальной  
версии логотипа из данного гайда.





# Пример фирменного стиля на носителях

## Deposition of gradient ZrNbN coatings by vacuum-arc method with ion-plasma assistance Deposition of gradient ZrNbN

N.A. Prokopenko, O.V. Kryzina, Yu.F. Ivanov, V.V. Shugurov, E.A. Petrikova, O.S. Tolkachev, Yu.A. Denisova.

E-mail: mail@hce.tsc.ru  
Phone: +7 (315) 959 99-99

### About

To improve the service life and properties of the cutting tool, it is sufficient to form a thin layer of hard or superhard material on the surface of the product. At present, nitrides of transition metals, such as TiN, MoN, ZrN, etc., are used as hard materials. As well as complex systems such as TiAlN, TiCrAlN, etc. The design of protective coatings can be single-layer (the same elemental composition of the whole of coating thickness, thickness is 1-5 μm), multilayer (alternating layers of different elemental composition, one layer thickness is ~100 nm, the total thickness of the coating is 1-5 μm), as well as gradient (varying the coating composition on the thickness).

### Experiment Equipment

The synthesis of nitride coatings of the ZrNbN system and the optimization of their deposition modes were carried out on a vacuum ion-plasma installation "Quinta". The installation is equipped with an electric arc evaporator "D3-100" (1) with an improved cooling system for a cathode made of niobium (Nb29-00-99.8 weight. % Nb) and a cathode diameter of 100 mm, "D3-80" electric arc evaporator (8) with a zirconium cathode (E110-Zr- with 1 weight. % Nb) diameter of 80 mm and magnetic filtration of the metal plasma stream from particulate matter (5).



1- electric arc evaporator "D3-100" with Nb cathode; 2- anode (vacuum chamber); 3- samples; 4- rig; 5- magnet frame; 6- heated cathodes; 7- hollow cathode; 8- electric arc evaporator "D3-80" with Zr cathode; P10H- heating cathode power supply "TRK-P-DAM"; P10- "TRK-P-DAM" discharge power supply; B10- arc power supply unit; P12- "D3-100" discharge power supply; P15- power supply of magnetic filter and discharge "D3-80"; P18As- plasma filter base power supply.

As well as a source of gas plasma based on a non-self-sustaining arc discharge with the combined heated (6) and hollow cathode (7) of the "TRK-P-DAM" extended design, with the help of which argon plasma was generated and the surface was cleaned, heated, and the surface of the samples was activated immediately before sputtering.

The surface morphology, the structure of cross-sectional chipped, and the elemental composition of the coatings were studied using a Philips SEM-515 scanning electron microscope with an EDAX EDCON N microanalyzer. Micro and nanohardness were measured with a PMT-3 hardness tester (Pn = 500 mN) and a Shimadzu DUH-211 ultra-microtester (Pn = 30 mN), respectively. Using the results of their measurement by nanindentation, the Young's modulus and the degree of elastic recovery were calculated which is equipped with a contact profilometer.

### Obtaining gradient coatings ZrNbN

Based on the results obtained on single-layer coatings, experiments were carried out to obtain coatings with a smoothly varying concentration of niobium. Coating was carried out in a gas mixture Ar/N2 = 50/50, and at a pressure of P = 0.2 Pa. The discharge current of an arc evaporator with a zirconium cathode remained unchanged throughout the process and amounted to I<sub>d1</sub> = 200 A. And the current of an arc evaporator with a niobium cathode varied within I<sub>d1</sub> = 80 - 200 A. Two experiments were carried out. In the first, the discharge current of an arc evaporator with a niobium

cathode was increased by 5 A every 4 minutes, starting from 80 A and up to 200 A. Thus, the niobium concentration on the surface was higher than at the border with the substrate.

In the second, the discharge current of an arc evaporator with a niobium cathode was decreased by 5 A every 4 minutes, starting from 200 A and up to 80 A.

The characteristics of the obtained coatings are presented in Table 2. The surface of the obtained gradient (I<sub>d1</sub> = 80 - 200 A) coating is shown in Figure 2. Figure 2 b shows the cross-sectional chipped of the resulting coating.

Fig. 2 SEM images of a ZrNbN gradient coating with the smallest niobium concentration on the surface.

a- surface of the obtained coating; b- cross-sectional chipped.

### Conclusion

According to the results of the work, single-layer coatings of ZrNbN with high strength characteristics were obtained. The obtained single-layer nanocrystalline wear-resistant coatings of the ZrNbN system are characterized by high hardness (up to 39.4 GPa), low roughness (Ra = 0.03 μm), relatively low friction coefficient (0.43), and low wear parameter (up to 9.44 · 10<sup>-6</sup> mm<sup>3</sup>/N · m). It was revealed that ZrNbN coating with a niobium concentration of 9.8 at.% has the best properties. Also, by changing the arc discharge current of an arc evaporator with a niobium cathode, ZrNbN coatings with a varying Nb concentration from the substrate to the coating surface were obtained. The resulting gradient coating with a reduced niobium concentration has a low coefficient of friction (0.26) and a low rate of wear (1.47 · 10<sup>-6</sup> mm<sup>3</sup>/N · m).

The work was supported by the Russian Science Foundation (project No. 18-79-10111)

660338 Institute of high-current electronics SB RAS, 2/3 Akademicheskoy ave., Tomsk, Russia



## Deposition of gradient ZrNbN coatings by vacuum-arc method with ion-plasma assistance

N.A. Prokopenko, O.V. Kryzina, Yu.F. Ivanov, V.V. Shugurov, E.A. Petrikova, O.S. Tolkachev, Yu.A. Denisova.

Institute of high-current electronics SB RAS  
2/3 Akademicheskoy ave., Tomsk, Russia  
660338

E-mail: mail@hce.tsc.ru  
Phone: +7 (315) 959 99-99

### About

To improve the service life and properties of the cutting tool, it is sufficient to form a thin layer of hard or superhard material on the surface of the product. At present, nitrides of transition metals, such as TiN, MoN, ZrN, etc., are used as hard materials. As well as complex systems such as TiAlN, TiCrAlN, etc. The design of protective coatings can be single-layer (the same elemental composition of the whole of coating thickness, thickness is 1-5 μm), multilayer (alternating layers of different elemental composition, one layer thickness is ~100 nm, the total thickness of the coating is 1-5 μm), as well as gradient (varying the coating composition on the thickness).

### Experiment Equipment

The synthesis of nitride coatings of the ZrNbN system and the optimization of their deposition modes were carried out on a vacuum ion-plasma installation "Quinta".

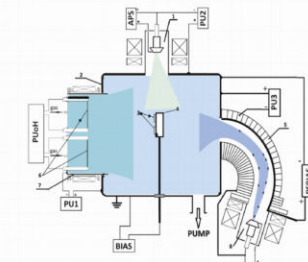


Fig. 1 Scheme of the experimental vacuum installation "Quinta".

1- electric arc evaporator "D3-100" with Nb cathode; 2- anode (vacuum chamber); 3- samples; 4- rig; 5- magnet frame; 6- heated cathodes; 7- hollow cathode; 8- electric arc evaporator "D3-80" with Zr cathode; P10H- heating cathode power supply "TRK-P-DAM"; P10- "TRK-P-DAM" discharge power supply; B10- arc power supply unit; P12- "D3-100" discharge power supply; P15- power supply of magnetic filter and discharge "D3-80"; P18As- plasma filter base power supply.

The installation is equipped with an electric arc evaporator "D3-100" (1) with an improved cooling system for a cathode made of niobium (Nb29-00-99.8 weight. % Nb) and a cathode diameter of 100 mm, "D3-80" electric arc evaporator (8) with a zirconium cathode (E110-Zr- with 1 weight. % Nb) diameter of 80 mm and magnetic filtration of the metal plasma stream from particulate matter (5). As well as a source of gas plasma based on a non-self-sustaining arc discharge with the combined heated (6) and hollow cathode (7) of the "TRK-P-DAM" extended design, with the help of which argon plasma was generated and the surface was cleaned, heated, and the surface of the samples was activated immediately before sputtering.

The surface morphology, the structure of cross-sectional chipped, and the elemental composition of the coatings were studied using a Philips SEM-515 scanning electron microscope with an EDAX EDCON N microanalyzer. Micro and nanohardness were measured with a PMT-3 hardness tester (Pn = 500 mN) and a Shimadzu DUH-211 ultra-microtester (Pn = 30 mN), respectively. Using the results of their measurement by nanindentation, the Young's modulus and the degree of elastic recovery were calculated which is equipped with a contact profilometer.

The work was supported by the Russian Science Foundation (project No. 18-79-10111)

### Obtaining gradient coatings ZrNbN

Based on the results obtained on single-layer coatings, experiments were carried out to obtain coatings with a smoothly varying concentration of niobium. Coating was carried out in a gas mixture Ar/N2 = 50/50, and at a pressure of P = 0.2 Pa. The discharge current of an arc evaporator with a zirconium cathode remained unchanged throughout the process and amounted to I<sub>d1</sub> = 200 A. And the current of an arc evaporator with a niobium cathode varied within I<sub>d1</sub> = 80 - 200 A.

Two experiments were carried out. In the first, the discharge current of an arc evaporator with a niobium cathode was increased by 5 A every 4 minutes, starting from 80 A and up to 200 A. Thus, the niobium concentration on the surface was higher than at the border with the substrate.

In the second, the discharge current of an arc evaporator with a niobium cathode was decreased by 5 A every 4 minutes, starting from 200 A and up to 80 A.

The characteristics of the obtained coatings are presented in Table 2. The surface of the obtained gradient (I<sub>d1</sub> = 80 - 200 A) coating is shown in Figure 2. Figure 2 b shows the cross-sectional chipped of the resulting coating.

Coating	I <sub>d1</sub> , A	HV <sub>0.05</sub> , GPa	E, GPa	W	μm	V, 10 <sup>-6</sup> mm <sup>3</sup> /N · m
ZrNbN	100	39.4	436.3	0.41	0.42	9.44
ZrNbN	80 - 200	38.4	404.5	0.4	0.42	4.91
ZrNbN	200 + 80	39	472.1	0.37	0.26	1.47

Table 2. Characteristics of the obtained ZrNbN gradient coatings

I<sub>d1</sub> - arc discharge current "D3-100" with a niobium cathode; HV - the hardness; E - Young's modulus; W - the degree of elastic recovery; μm - the average value of the coefficient of friction; V - the wear parameter.

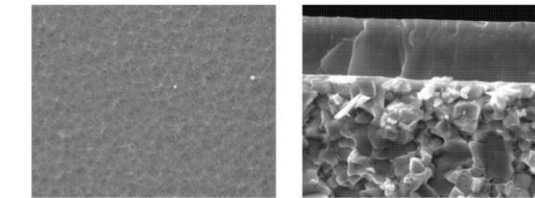


Fig. 2 SEM images of a ZrNbN gradient coating with the smallest niobium concentration on the surface.

a- surface of the obtained coating; b- cross-sectional chipped.

### Conclusion

According to the results of the work, single-layer coatings of ZrNbN with high strength characteristics were obtained. The obtained single-layer nanocrystalline wear-resistant coatings of the ZrNbN system are characterized by high hardness (up to 39.4 GPa), low roughness (Ra = 0.03 μm), relatively low friction coefficient (0.43), and low wear parameter (up to 9.44 · 10<sup>-6</sup> mm<sup>3</sup>/N · m). It was revealed that ZrNbN coating with a niobium concentration of 9.8 at.% has the best properties. Also, by changing the arc discharge current of an arc evaporator with a niobium cathode, ZrNbN coatings with a varying Nb concentration from the substrate to the coating surface were obtained. The resulting gradient coating with a reduced niobium concentration has a low coefficient of friction (0.26) and a low rate of wear (1.47 · 10<sup>-6</sup> mm<sup>3</sup>/N · m).





## Пример фирменного стиля на носителях

### Пояснение к прессволу

Файл, подготовленный к печати, соответствует пропорции 3:4 и может быть пропорционально увеличен до любого желаемого размера.

Цвет, использованный для заглушенных логотипов, соответствует 50% прозрачности основного белого логотипа или коду C=45 M=35 Y=20 K=5



# Стенд - гайд

Расстояние от краев левого поля - минимум 10 мм. Учитывайте, что размер указан для уменьшенной версии стенда - он может пропорционально изменяться. Цветные линии подчиняются тем же правилам, что и на визитке.

Расстояния между элементами стенда подчиняются расстояниям между текстом и полем.

**H1**  
semibold, 19 pt

**H2**  
bold, 11 pt

**Text**  
regular, 9 pt

**H3**  
semibold, 10.6 pt

**Deposition of gradient ZrNbN coatings by vacuum-arc method with ion-plasma assistance**

**Deposition of gradient ZrNbN**

N.A. Prokopenko, O.V. Krasina, Yu.F. Ivanov, V.V. Shugurov, E.A. Petrikova, O.S. Golychchev, Yu.A. Denisova.

E-mail: mail@hce.sbras.ru  
Phone: +7 (913) 999 99-99

**About**

To improve the service life and properties of the cutting tool, it is sufficient to form a thin layer of hard or superhard material on the surface of the product. At present, nitrides of transition metals, such as TiN, MoN, ZrN, etc., are used as hard materials. As well as complex systems such as TiAlN, TiAlN, etc. The design of protective coatings can be single-layer (the same elemental composition of the whole of coating thickness, thickness is 1-5 μm), multilayer (alternating layers of different elemental composition) or gradient (the total thickness of the coating is 10 μm, as well as a gradient (varying the coating composition on the thickness).

**Experiment Equipment**

The synthesis of nitride coatings of the ZrNbN system and the optimization of their deposition modes were carried out on a vacuum ion-plasma installation "Quinta". The installation is equipped with an electric arc evaporator "Dk-100" (1) with an improved cooling system for a cathode made of niobium (Nb) and a cathode diameter of 100 mm; "Dk-80" electric arc evaporator (8) with a zirconium cathode (E110, Zr - with 1 weight. % Nb) diameter of 80 mm and magnetic filtration of the metal plasma stream from particulate matter (5).

**As well as a source of gas plasma based on a non-self-sustaining arc discharge with the combined heated (6) and hollow cathode (7) of the "PINK-P-QAM" extended design, with the help of which argon plasma was generated and the surface was cleaned, heated, and the surface of the samples was activated immediately before sputtering.**

The surface morphology, the structure of cross-sectional chipped, and the elemental composition of the coatings were studied using a Philips SEM-515 scanning electron microscope with an EDAX ECON IV microanalyzer. Micro and nanohardness were measured with a PMT-3 hardness tester (Pn = 500 mN) and a Shimadzu DUH-211 ultra-microtester (Pn = 20 mN), respectively. Using the results of their measurement by nanoindentation, the Young's modulus and the degree of elastic recovery were calculated which is equipped with a contact profilometer.


**Obtaining gradient coatings ZrNbN**

Based on the results obtained on single-layer coatings, experiments were carried out to obtain coatings with a smoothly varying concentration of niobium. Coating was carried out in a gas mixture Ar / H<sub>2</sub> = 50/50 and at a pressure of P = 0.2 Pa. The discharge current of an arc evaporator with a zirconium cathode remained unchanged throughout the process and amounted to I<sub>d2</sub> = 200 A. And the current of an arc evaporator with a niobium cathode varied within I<sub>d1</sub> = 80 - 200 A. Two experiments were carried out. In the first, the discharge current of an arc evaporator with a niobium cathode was increased by 5 A every 4 minutes, starting from 80 A and up to 200 A. Thus, the niobium concentration on the surface was higher than at the border with the substrate. In the second, the discharge current of an arc evaporator with a niobium cathode was decreased by 5 A every 4 minutes, starting from 200 A and up to 80 A.

The characteristics of the obtained coatings are presented in Table 2. The surface of the obtained gradient (I<sub>d1</sub> = 80 - 200 A) coating is shown in Figure 2.a. Figure 2.b shows the cross-sectional chipped of the resulting coating.

**Conclusion**

According to the results of the work, single-layer coatings of ZrNbN with high strength characteristics were obtained. The obtained single-layer nanocrystalline wear-resistant coatings of the ZrNbN system are characterized by high hardness (up to 35.4 GPa), low roughness (Ra = 0.015 μm), relatively low friction coefficient (0.43), and low wear parameter (up to 9.44 · 10<sup>-6</sup> mm<sup>3</sup> N<sup>-1</sup> · m). It was revealed that ZrNbN coating with a niobium concentration of 9.8 at.% has the best properties. Also, by changing the arc discharge current of an arc evaporator with a niobium cathode, ZrNbN coatings with a varying Nb concentration from the substrate to the coating surface were obtained. The resulting gradient coating with a reduced niobium concentration has a low coefficient of friction (0.26) and a low rate of wear (1.47 · 10<sup>-6</sup> mm<sup>3</sup> N<sup>-1</sup> · m).



1- electric arc evaporator "Dk-100" with Nb cathode, 2- anode (vacuum chamber), 3- samples, 4- rig, 5- magnetic filter, 6- heated cathodes, 7- hollow cathode, 8- electric arc evaporator "Dk-80" with Zr cathode, PUS- heating cathode power supply "PINK-P-QAM", PUL- "PINK-P-QAM" discharge power supply, Bias- the bias supply power unit, APS- arc power supply unit, PLU2- "Dk-100" discharge power supply, PUS- power supply of magnetic filter and discharge "Dk-80", PFBias- plasma filter bias power supply.

Fig. 2 SEM images of a ZrNbN gradient coating with the smallest niobium concentration on the surface. a- surface of the obtained coating, b- cross-sectional chipped.

The work was supported by the Russian Science Foundation (project No. 18-79-10111)

660338  
high-current electronics SB  
Akademicheskoy ave., Tomsk, Russia

HCE SB RAS



Конец

**Спасибо  
за внимание!**