



# Генерация картографических изображений с помощью анимации для отображения динамики климатических показателей (на примере термического режима)

А.А. Титов<sup>1</sup>✉, Н.М. Биктимирова<sup>1</sup>

## АФФИЛИАЦИИ

<sup>1</sup> Московский государственный университет геодезии и картографии, Москва, Россия  
✉ altitks@yandex.ru

## ЦИТИРОВАНИЕ

Титов А.А., Биктимирова Н.М. Генерация картографических изображений с помощью анимации для отображения динамики климатических показателей (на примере термического режима) // Пространственные данные: наука и технологии. 2025. Т. 16, № 1. С. 40–55. DOI:10.30533/scidata-2025-16-06.

## КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

картография, климат, изменение климата, картографическая анимация, климатические карты

## АННОТАЦИЯ

В настоящее время все большее распространение получают мультимедийные картографические произведения. В статье раскрываются особенности создания картографической анимации, визуализирующей климатические данные в профессиональной программе Adobe Animate. Достоинствами данного программного обеспечения являются удобный интерфейс, специально разработанный для создания анимаций различных типов, и возможность детальной настройки трансформирования элементов анимации,

что необходимо при отображении динамических показателей климатических карт. Отмечены преимущества картографических анимаций по сравнению с аналоговыми картами для визуализации динамики изменения климатических условий во времени и пространстве. Описана методика анимации изолиний (включая псевдоизолинии). Например, рассматривается преобразование типа «Анимация формы» с использованием функции создания узловых точек для более корректной картографической визуализации анимированных элементов тематического содержания. Рассматриваются режимы ускорения (замедления) анимации: «Без замедления», при котором трансформирование происходит с одинаковой скоростью для визуализации общего характера изменения климатических условий; «По синусоиде» группы «Плавный вход-выход» — для более наглядного отображения особенностей климатических условий за различные временные периоды.

## 1 Введение

Внедрение мультимедийных технологий в процесс создания картографических изображений является эффективным средством, повышающим информативность, позволяющим достичь наилучшего восприятия отображаемого содержания, и, безусловно, играет большую роль в совершенствовании форм представления данного содержания. Применение актуального программного обеспечения позволяет картографам создавать не только статичные, но и мультимедийные картографические продукты, объединяющие графическую, текстовую и видеoinформацию, а также анимацию. В свою очередь, это способствует значительному расширению возможности удобного и наглядного представления информации на картах, увеличению объема отображаемых геоданных. Значительное внимание следует уделять наглядному картографическому представлению информации, визуализирующей динамику климатических изменений, вопрос изучения которых актуализируется в последние годы. Следовательно, имеются значительные изменения, связанные с содержательной характеристикой отображаемого содержания [1].

Известно, что картографическая анимация представляет собой динамическую последовательность картографических кадров, которая при воспроизведении создает эффект движения картографического изображения на экране устройства [2]. Картографическая анимация сочетает в себе традиционные способы картографического изображения и анимации, позволяющие передавать динамику отображаемых показателей, а также наглядно представлять временные и пространственные изменения.

При создании анимированной климатической карты необходимо не только владеть специальными знаниями в области картографии и компьютерной графики, но и понимать сущность динамики климатических явлений. Специалист,

занимающийся созданием картографических анимаций, должен определить подходящие временные интервалы и способы картографического изображения, а также цветовые схемы для того, чтобы анимация была не только информативной, но и максимально читаемой.

Важным преимуществом картографической анимации является возможность демонстрации изменений климатических данных в доступной и понятной форме. Например, визуализация термического режима картографируемой территории способом изолиний позволяет отобразить многолетние данные в динамической форме, в отличие от статичной карты [1, 3].

Вопрос использования анимации при разработке климатических карт нельзя назвать решенным, несмотря на то что методики создания картографических анимаций разрабатываются на протяжении многих лет [4]. Компьютерные технологии совершенствуются, соответственно, происходят изменения в процессах создания климатических карт. Стоит отметить, что при работе с климатом, как правило, используются данные за большой временной период (30–60 лет и более). Кроме того, одной из задач, решаемых при создании климатических карт, является анализ динамики климатических показателей во времени и пространстве. Наконец, способы картографического изображения, традиционно используемые на климатических картах, такие как способ изолиний, псевдоизолиний, идеально подходят для наглядных и зрелищных картографических анимаций. В связи с этим видится актуальной разработка методики создания картографических анимаций, наглядно визуализирующих изменения климатических показателей за определенный временной отрезок [5–7].

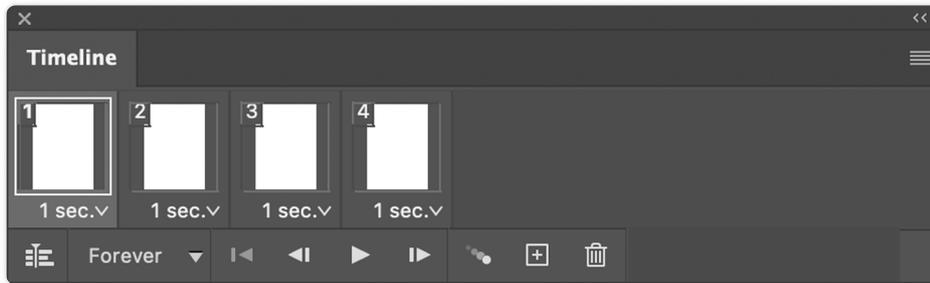
## 2 Материалы и методы

Технические возможности для создания анимаций предоставляют графические редакторы и геоинформационные системы (ГИС). Например, в растровых графических редакторах, таких как Adobe Photoshop (**рис. 1**) или GIMP (**рис. 2**), существует возможность создания покадровой анимации с последующим сохранением в формате \*.gif.

Подобные приемы предполагают создание каждого кадра вручную, после чего картограф настраивает скорость смены кадров в анимации. Такая технология оптимальна только для простейших анимаций, поскольку каждый кадр создается пользователем индивидуально.

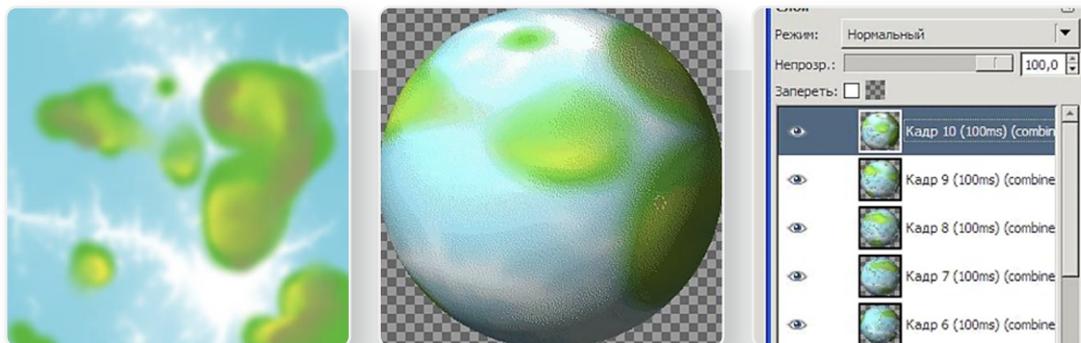
**Рис. 1** Панель «Временная шкала» в Adobe Photoshop, предназначенная для создания покадровой анимации

**Fig. 1** The “Timeline” panel in Adobe Photoshop, intended for creating frame-by-frame animation



**Рис. 2** Создание покадровой анимации в GIMP

**Fig. 2** Creating frame-by-frame animation in GIMP

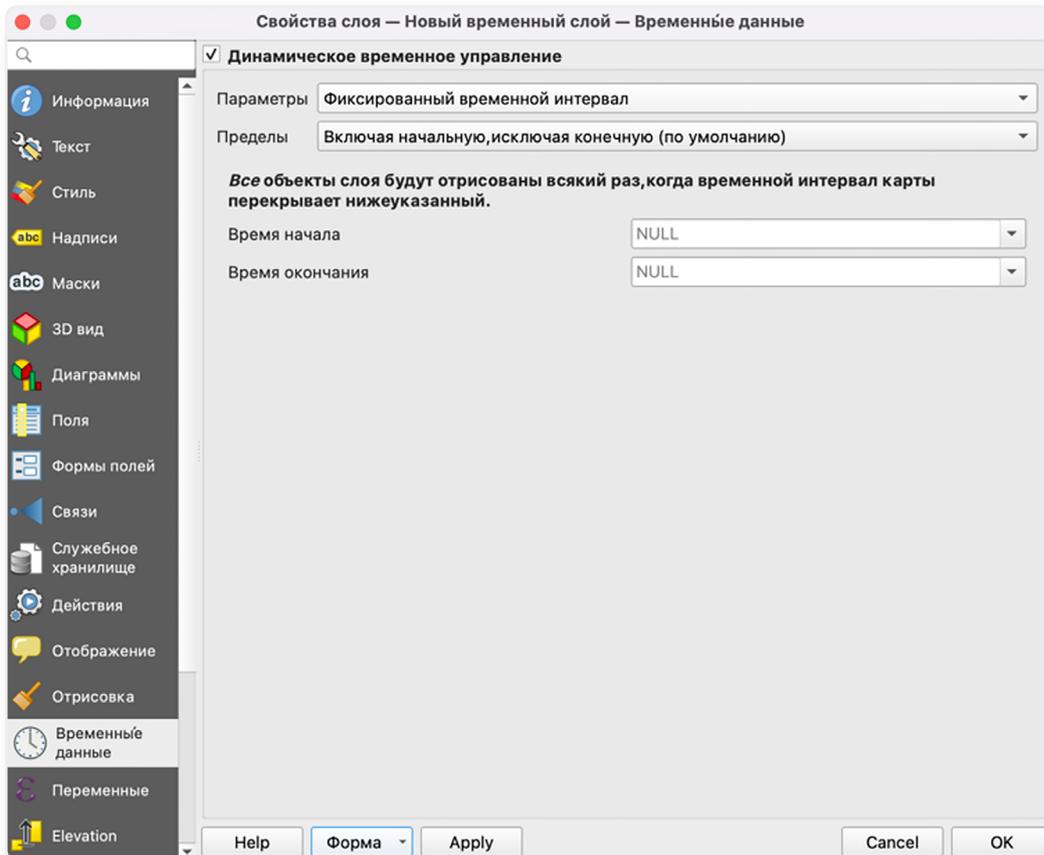


Возможности создания картографических анимаций существуют и в современных ГИС, таких как ArcGIS или QGIS, однако функционал последних не позволяет точно настроить параметры анимации, добиться плавности и эстетичности, которые желательны при создании картографических анимаций, посвященных картографированию климата (**рис. 3**).

Для создания более сложных анимаций, в том числе картографических, требуется использование программ, функции которых специально разработаны для быстрого и эффективного анимирования сложных, преимущественно векторных, изображений. Одной из таких программ является Adobe Animate. В отличие от растровых графических редакторов и ГИС, Adobe Animate позволяет быстро и эффективно анимировать сложные по форме векторные изображения. При применении анимации для отображения климатических данных появилась возможность настройки геометрии трансформирования изолиний, что крайне важно для создания анимации, а также возможность выбора режима скорости анимации в зависимости от назначения карты.

**Рис. 3** Функция «Временные данные» для создания простейших картографических анимаций в QGIS

**Fig. 3** The “Temporal Controller” function for creating simple cartographic animations in QGIS



### 3 Результаты и обсуждение

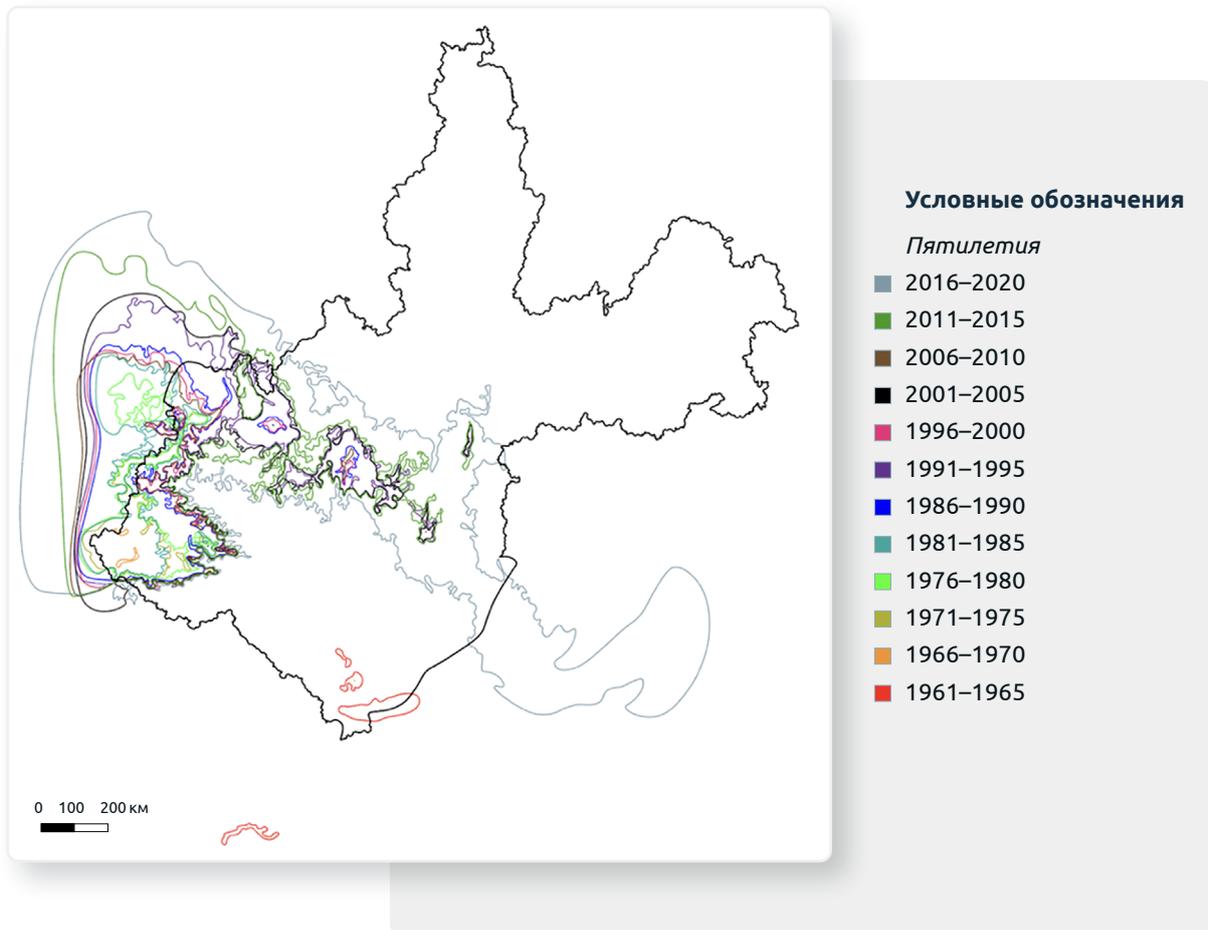
Одним из основных способов картографического изображения на климатических картах является способ изолиний (псевдоизолиний). Он хорошо подходит для анимации, поскольку позволяет наглядно показать изменение конфигурации изолиний в пространстве за различные временные периоды. Процесс создания изолиний для последующей анимации принципиально не отличается от стандартного построения изолиний.

Однако к самим изолиниям предъявляются особые требования. Это объясняется спецификой самого процесса анимирования и работой программы Adobe Animate. Из-за особенностей функционирования программы предполагается, что все изолинии должны быть замкнутыми кривыми. Это обусловлено необходимостью исключить возможное появление разрывов в процессе

трансформирования одного положения изолинии в другое в ходе анимации. На **рис. 4** хорошо видно, что замыкание изолиний происходит за пределами картографируемой территории, т. е. их не будет видно читателю, тем самым не нарушается географическая достоверность.

**Рис. 4** Годовые нулевые изотермы Иркутской области, окрашенные в цвета по пятилетиям, и граница Иркутской области

**Fig. 4** Annual zero isotherms of the Irkutsk region, colored by five years, and the border of the Irkutsk region



Создание климатических изолиний возможно посредством инструментов ГИС. Для примера были взяты растровые данные термического режима ежемесячного глобального мониторинга низкого пространственного разрешения (в 1 пикселе 21 км<sup>2</sup>) с портала Worldclim<sup>1</sup> [8]. На основе данных посредством ГИС были построены годовые изотермы 0°C для 12 пятилетий с 1961 по 2020 год,

<sup>1</sup> WorldClim database of global meteorological and climatic data with high spatial resolution. [Электронный ресурс].  
Режим доступа: <https://worldclim.org/data/monthlywth.html> (дата обращения: 11.05.2025).

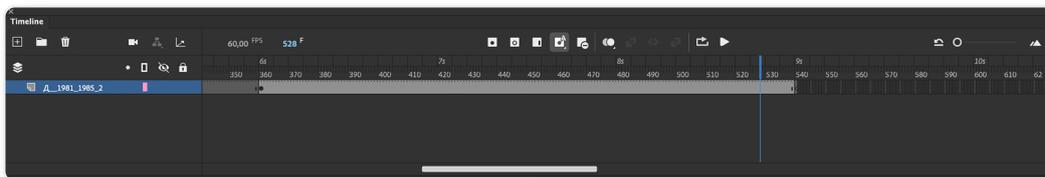
сглаженные после этого с помощью генератора геометрии [9]. Для дальнейшего анимирования изолинии необходимо экспортировать в формат векторной графики (например, \*.svg).

Непосредственно анимация изолиний осуществляется в Adobe Animate с помощью панели «Временная шкала». Необходимо отметить, что время трансформирования изолиний из одной позиции в другую может быть любым, однако мы предлагаем использовать период, равный 3–5 секундам, поскольку это оптимальный временной промежуток для наглядной и динамичной демонстрации изменения конфигурации климатических изолиний.

Для создания анимации изолиний в Animate необходимо создать пустой ключевой кадр в рабочем слое с изолинией на панели «Временная шкала» через интервал, равный выбранному для данной анимации временному промежутку (в данном случае равный 3–5 секундам). Далее в пустой ключевой кадр нужно вставить кривые климатических изолиний, визуализирующих картографируемый показатель за хронологически последующий временной период. В результате между ключевыми кадрами образуется статический диапазон (рис. 5).

**Рис. 5** Созданный статический диапазон на панели «Временная шкала»

**Fig. 5** Created static range on the “Timeline” panel

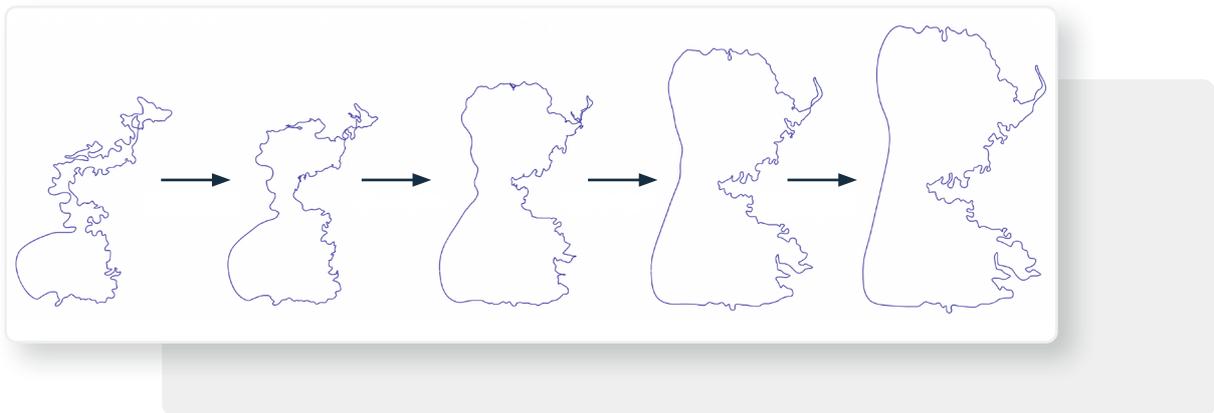


Однако задачей динамических изолиний является визуализация плавного перехода от одной конфигурации изолинии к другой. Для реализации данной задачи статический диапазон изолиний необходимо преобразовать в динамический, используя функцию «Анимация формы», которая позволяет осуществить плавное преобразование одной формы в другую. В результате статический диапазон становится динамическим и изменяет свой цвет с серого на оранжевый. При преобразовании типа «Анимация формы» происходит преобразование координат кривых на плоскости. Кривые параметризуются по времени. Animate изменяет временной параметр с заданной частотой (например, 60 раз в секунду при соответствующей частоте кадров). В результате данных преобразований при просмотре созданной анимации контур, находящийся в первом ключевом кадре, будет плавно перетекать в контур, находящийся во втором ключевом кадре, за выбранный отрезок времени. За счет того, что все контуры изолиний замкнутые, трансформирование осуществляется без разрывов, что необходимо при данном способе картографического изображения.

Тем не менее преобразование в Adobe Animate осуществляется по кратчайшему пути, без учета географических и геометрических особенностей. Однако конфигурация изолиний одного и того же климатического показателя за разные временные промежутки (например, пятилетия) изменяется не критично и имеет определенную графическую преемственность, которая не учитывается Animate при стандартном трансформировании «Анимация формы». Кроме того, в процессе такого трансформирования возможно самопересечение изолиний или их излишнее сближение, что недопустимо при визуализации способом изолиний (псевдоизолиний) в классической картографии. Так, на **рис. 6** видно, что в некоторых местах наблюдается самопересечение изолинии, также не учитывается преемственность рисунка изолинии.

**Рис. 6** Пример трансформирования изолинии в Adobe Animate без дополнительных настроек

**Fig. 6** An example of transforming an isoline in Adobe Animate without additional settings



Для того чтобы решить данную проблему, в Animate необходимо использовать функцию «Узловые точки», которая позволяет установить подсказки для контроля изменения формы при трансформировании. Подсказки представляют собой точки, которые должны совпадать на начальном и конечном ключевых кадрах. Каждая новая добавленная точка обозначается строчной латинской буквой. Точки устанавливаются в характерных местах изгибов, выступов и т. д. (**рис. 7**).

**Рис. 7** Узловые точки — совпадающие точки в начале (слева) и конце (справа) трансформирования

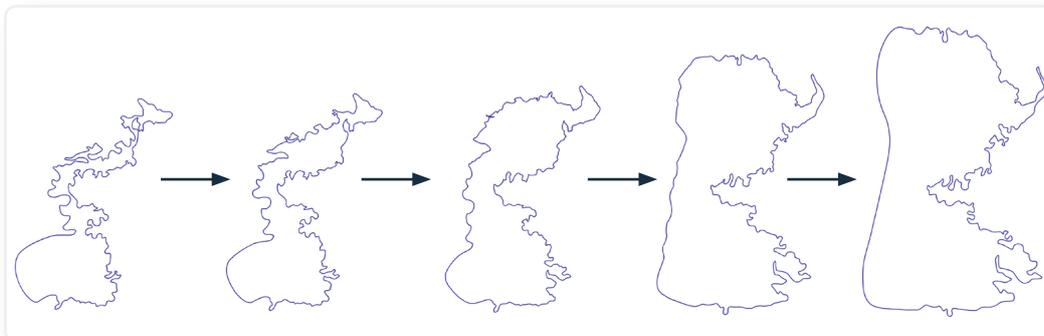
**Fig. 7** “Shape Hints” indicating matching points at the beginning (left) and end (right) of the transformation



Грамотный выбор данных точек при анимировании позволяет избежать самопересечений и сближений частей изолинии, а также сохранить преимственность формы климатической изолинии при переходе от одной формы к другой (**рис. 8**).

**Рис. 8** Пример трансформирования изолинии в Adobe Animate с дополнительными настройками узловых точек

**Fig. 8** Example of transforming an isoline in Adobe Animate with additional shape hints settings

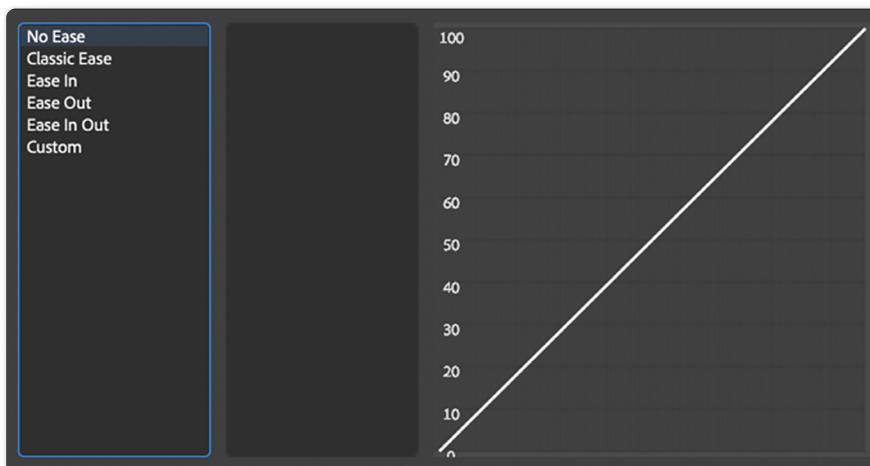


В Adobe Animate есть возможность настройки замедления (ускорения) анимации при трансформировании типа «Анимация формы». Настройки осуществляются на панели «Свойства» во вкладке «Кадр». Настройка замедления (ускорения) трансформирования называется Ease и настраивается в меню «Эффект» (рис. 9).

Для изменения настроек замедления (ускорения) трансформирования необходимо выделить все динамические диапазоны рабочих слоев с изолиниями и выбрать режим ускорения и замедления трансформирования, показанный на графике. График представляет собой символическое представление о движении точек внутри динамического диапазона (рис. 10). По горизонтальной оси показано время трансформирования, по вертикальной — стадии трансформирования (0 — исходное положение анимируемого объекта, 100 — финальное положение).

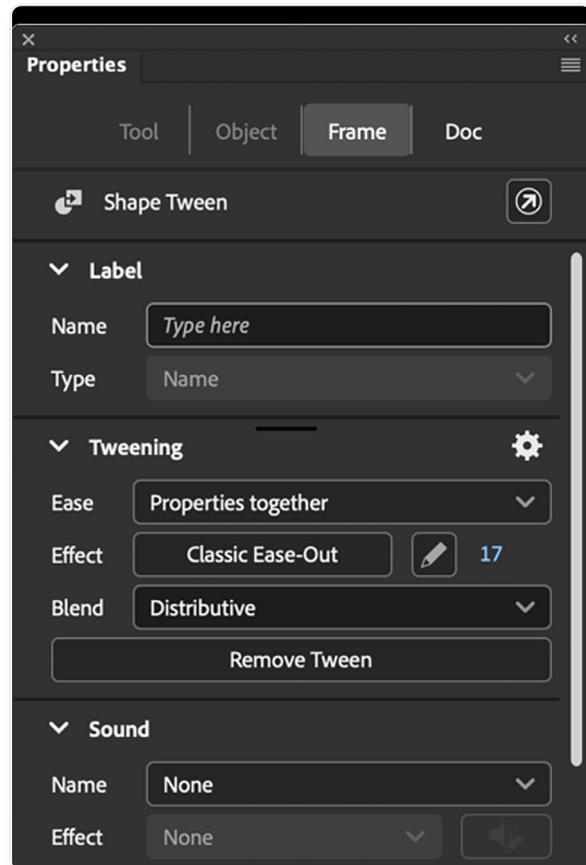
**Рис. 10** График режима трансформирования в Animate в режиме «Без замедления»

**Fig. 10** Graph of the transform mode in Animate in the “No Ease” mode



**Рис. 9** Панель «Свойства» / “Properties”, открытая на вкладке «Кадр» / “Frame”. Меню «Эффект» / “Effect”

**Fig. 9** The “Properties” panel opened on the “Frame” tab. The “Effect” menu

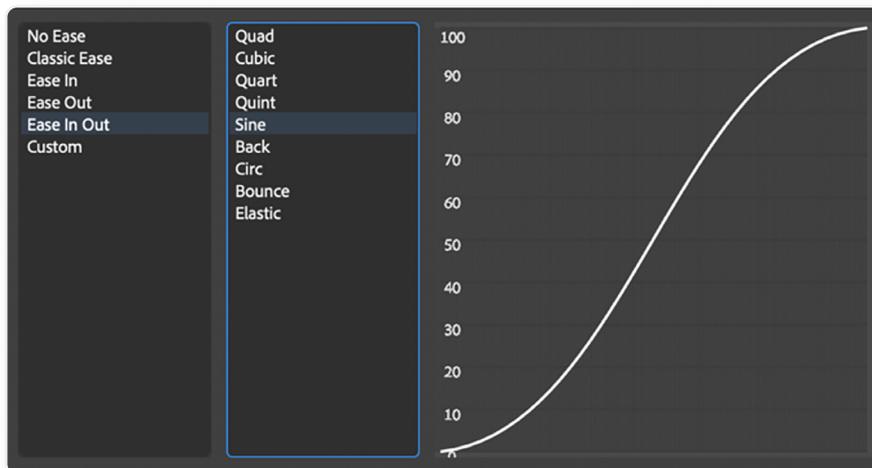


По умолчанию при создании анимации используется режим «Без замедления», при котором трансформирование происходит с одинаковой скоростью. На графике это показано прямой линией. Использование данного режима для создания анимированных климатических карт позволяет визуализировать общий характер изменения климатических условий.

Для более наглядной визуализации особенностей климатических условий за различные временные периоды рекомендуется использовать режим «По синусоиде» группы «Плавный вход-выход». При данном режиме трансформирование вначале происходит медленно, затем плавно ускоряется, а затем также плавно замедляется, что характерно для всех режимов группы «Плавный вход-выход». Однако именно в режиме «По синусоиде» изменение скорости происходит плавно, что способствует наилучшей визуализации динамических климатических изолиний. На графике это изображается плавной кривой (рис. 11).

Рис. 11 График скорости трансформирования в Animate в режиме «По синусоиде»

Fig. 11 Graph of transform speed in Animate in the “Sine” mode



## 4 Выводы

Разработанную по рассматриваемой методике картографическую анимацию, визуализирующую климатические данные, оптимально экспортировать как в формате видеофайла (например, \*.mp4), так и в устаревшем формате \*.swf; альтернатива в виде GIF-анимации будет слишком долго обрабатываться в Animate. Кроме того, конечный файл будет иметь большой вес и его воспроизведение потребует очень высокой производительности устройства.

Созданная по данному методу картографическая анимация существенно улучшает наглядность и информативность климатических карт, а использование программного обеспечения пакета Adobe Creative Cloud повышает скорость работы в силу интуитивности интерфейса и удобства функционала программы [10].

При использовании разработанного метода появляется возможность выбора режима анимирования в зависимости от назначения карты, а также акцентируется внимание читателя как на характере изменений, так и на особенностях климатических условий.

## БИБЛИОГРАФИЯ

1. Картавцева Е.Н., Малолетко Е.А. Динамическое картографирование в мультимедийных картографических произведениях // Избранные доклады 68-й Университетской научно-технической конференции студентов и молодых ученых, Томск, 19–23 апреля 2022 г. Томск: ТГАСУ, 2022. С. 789–792.
2. Берлянт А.М., Ушакова Л.А. Картографические анимации. М.: Научный мир, 2000. 108 с.
3. Фисич Б.А., Новоселов Д.И., Малеван А.Ю. Анализ подходов к образно-знаковому моделированию обстановки для решения специальных задач // Геодезия и картография. 2023. Т. 84. № 5. С. 34–42.  
[DOI:10.22389/0016-7126-2023-995-5-34-42](https://doi.org/10.22389/0016-7126-2023-995-5-34-42).
4. Радаман С.К. Методика создания телевизионных картографических анимаций для информационно-аналитических программ телевидения // Известия вузов «Геодезия и аэрофотосъемка». 2017. № 1. С. 81–87.
5. Fish C.S. Cartographic content analysis of compelling climate change communication // Cartography and Geographic Information Science. 2020. Vol. 47. No. 6. P. 492–507. [DOI:10.1080/15230406.2020.1774421](https://doi.org/10.1080/15230406.2020.1774421).
6. Klasen V., Bogucka E.P., Meng L., et al. How we see time – the evolution and current state of visualizations of temporal data // International Journal of Cartography. 2023. Vol. 9. No. 2. P. 392–409. [DOI:10.1080/23729333.2022.2156316](https://doi.org/10.1080/23729333.2022.2156316).
7. Roth R.E. Cartographic design as visual storytelling: synthesis and review of map-based narratives, genres, and tropes // The Cartographic Journal. 2021. Vol. 58. No. 1. P. 83–114. [DOI:10.1080/00087041.2019.1633103](https://doi.org/10.1080/00087041.2019.1633103).
8. Абдуллин Р.К., Шихов А.Н. Картографирование современных изменений климата на территории Урала // Геодезия и картография. 2019. Т. 80. № 1. С. 3–12. [DOI:10.22389/0016-7126-2019-943-1-3-12](https://doi.org/10.22389/0016-7126-2019-943-1-3-12).
9. Титов А.А., Биктимирова Н.М. Оценка подходов к картографической визуализации климатических данных (на примере картографирования осадков) // Вестник СГУГиТ. 2025. Т. 30. № 3. С. 103–110.  
[DOI:10.33764/2411-1759-2025-30-3-103-110](https://doi.org/10.33764/2411-1759-2025-30-3-103-110).
10. Габриелян Т.О. Влияние Adobe Creative Cloud на художественно-проектную деятельность дизайнера-графика // Векторы развития информационных

технологий: перспективы и направления: сборник тезисов научных статей  
I Региональной научно-практической конференции, Гурзуф, 3–5 марта 2017 г.  
Гурзуф: Лавриненко Е.В., 2017. С. 18–21.

## **АВТОРЫ**

### **Титов Алексей Андреевич**

ФГБОУ ВО «Московский государственный университет геодезии и картографии»  
(МИИГАиК), Москва, Россия  
кафедра визуализации геоданных и картографического дизайна,  
картографический факультет  
 0009-0001-5051-6430

### **Биктимирова Наиля Манияновна**

 biktimirovanm@mail.ru  
ФГБОУ ВО «Московский государственный университет геодезии и картографии»  
(МИИГАиК), Москва, Россия  
кафедра визуализации геоданных и картографического дизайна,  
картографический факультет  
канд. техн. наук  
 0000-0002-1002-9806

Поступила 24.05.2025. Принята к публикации 23.06.2025. Опубликовано 27.06.2025.

UDC 528.9

DOI:10.30533/scidata-2025-16-06



# Generation of Cartographic Representation Using Animation to Display the Dynamics of Climate Parameters (Using the Example of Thermal Conditions)

Aleksei A. Titov<sup>1</sup>✉, Nailya M. Biktimirova<sup>1</sup>

## AFFILIATIONS

<sup>1</sup> Moscow State University of Geodesy and Cartography, Moscow, Russia

✉ altitks@yandex.ru

## CITATION

Titov AA, Biktimirova NM. Generation of Cartographic Representation Using Animation to Display the Dynamics of Climate Parameters (Using the Example of Thermal Conditions). *Spatial Data: Science, Research and Technology*. 2025;16(1): 40–55. DOI:10.30533/scidata-2025-16-06.

## KEYWORDS

cartography, climate, climate change, cartographic animation, climate maps

## ABSTRACT

Multimedia cartographic works are becoming increasingly widespread. This paper reveals the features of creating cartographic animations that visualize climate data in the software Adobe Animate. The advantage of this application is its user-friendly interface, specially designed for creating various types of animations, as well as the ability to customize the transformation of animation elements, which is necessary when displaying dynamic parameters of climate maps. The advantages of cartographic animations over analog maps for visualizing the dynamics of climate change over time and space are noted. The method of animating isolines (including pseudo-isolines) is described. For example, the “Shape Tween” transformation type is considered, using

the function of creating “Shape Hints” for more accurate cartographic visualization of animated elements of thematic content. Animation acceleration (deceleration) modes are considered, such as: “No Ease” in which the transformation occurs at the same speed to visualize the general nature of changes in climatic conditions; “Sine” from the “Ease In Out” group for a more vivid display of the characteristics of climatic conditions over different time periods.

## REFERENCES

1. Kartavtseva EN, Maloletko EA. Dinamicheskoe kartografirovaniye v mul'timediinykh kartograficheskikh proizvedeniyakh [Dynamic mapping in multimedia cartographic works]. *Selected Papers of the 68th University Scientific and Technical Conference of Students and Young Scientists, Tomsk, April 19–23, 2022*. Tomsk: TSUAB; 2022: 789–792. (In Russian).
2. Berlyant AM, Ushakova LA. *Kartograficheskie animatsii* [Cartographic animations]. Moscow: Nauchnyi mir; 2000. 108 p. (In Russian).
3. Fisich BA, Novoselov DI, Malevan AYU. Analiz podkhodov k obrazno-znakovomu modelirovaniyu obstanovki dlya resheniya spetsial'nykh zadach [Analysis of approaches to symbolic modeling of the environment for solving special tasks]. *Geodesy and Cartography*. 2023;84(5): 34–42. (In Russian). DOI:10.22389/0016-7126-2023-995-5-34-42.
4. Radaman SK. Metodika sozdaniya televizionnykh kartograficheskikh animatsii dlya informatsionno-analiticheskikh programm televideniya [Methodology for creating television cartographic animations for information and analytical television programs]. *Izvestia vuzov. Geodesy and Aerophotosurveying*. 2017;1: 81–87. (In Russian).
5. Fish CS. Cartographic content analysis of compelling climate change communication. *Cartography and Geographic Information Science*. 2020;47(6): 492–507. DOI:10.1080/15230406.2020.1774421.
6. Klasen V, Bogucka EP, Meng L, et al. How we see time – the evolution and current state of visualizations of temporal data. *International Journal of Cartography*. 2023;9(2): 392–409. DOI:10.1080/23729333.2022.2156316.
7. Roth RE. Cartographic design as visual storytelling: synthesis and review of map-based narratives, genres, and tropes. *The Cartographic Journal*. 2021;58(1): 83–114. DOI:10.1080/00087041.2019.1633103.
8. Abdullin RK, Shikhov AN. Kartografirovaniye sovremennykh izmenenii klimata na territorii Urala [Mapping of modern climate changes in the Urals]. *Geodesy and Cartography*. 2019;80(1): 3–12. (In Russian). DOI:10.22389/0016-7126-2019-943-1-3-12.
9. Titov AA, Biktimirova NM. Otsenka podkhodov k kartograficheskoi vizualizatsii klimaticheskikh dannykh (na primere kartografirovaniya osadkov) [Evaluation of approaches to cartographic visualization of climate data (based on the example

of mapping precipitation)]. *Vestnik SSUGT*. 2025;30(3): 103–110. (In Russian).  
DOI:10.33764/2411-1759-2025-30-3-103-110.

10. Gabrielyan TO. Vliyanie Adobe Creative Cloud na khudozhestvenno-proektnuyu deyatel'nost' dizainera-grafika [The influence of Adobe Creative Cloud on the artistic and design activities of a graphic designer]. *Vectors of Information Technology Development: Prospects and Directions: collection of abstracts of scientific articles from the First Regional Scientific and Practical Conference, Gurzuf, March 3–5, 2017*. Gurzuf: Lavrinenko E.V.; 2017: 18–21. (In Russian).

## AUTHORS

### Aleksei A. Titov

Moscow State University of Geodesy and Cartography, Moscow, Russia  
Department of Geodata Visualization and Cartographic Design, Faculty of Cartography  
 0009-0001-5051-6430

### Nailya M. Biktimirova

 biktimirovanm@mail.ru  
Moscow State University of Geodesy and Cartography, Moscow, Russia  
Department of Geodata Visualization and Cartographic Design, Faculty of Cartography  
PhD in Engineering  
 0000-0002-1002-9806

Submitted: May 24, 2025. Accepted: June 23, 2025. Published: June 27, 2025.