

Die Donau und ihr Einzugsgebiet - Eine hydrologische Monographie
Folgeband II

**TEMPERATUR- UND EISREGIME DER DONAU
UND IHRER WICHTIGEREN ZUBRINGER**

Дунай и его бассейн - Гидрологическая монография
Дополнительный том II

**ТЕРМИЧЕСКИЙ И ЛЕДОВЫЙ РЕЖИМ ДУНАЯ
И ЕГО ОСНОВНЫХ ПРИТОКОВ**



Regionale Zusammenarbeit der Donauländer im Rahmen
des Internationalen Hydrologischen Programms der UNESCO
1993

Региональное сотрудничество придунайских стран в рамках
Международной Гидрологической Программы ЮНЕСКО
1993

Die Donau und ihr Einzugsgebiet - Eine hydrologische Monographie
Folgeband II

TEMPERATUR- UND EISREGIME DER DONAU
UND IHRER WICHTIGEREN ZUBRINGER

Дунай и его бассейн - Гидрологическая монография
Дополнительный том II

ТЕРМИЧЕСКИЙ И ЛЕДОВЫЙ РЕЖИМ ДУНАЯ
И ЕГО ОСНОВНЫХ ПРИТОКОВ



Regionale Zusammenarbeit der Donauländer im Rahmen
des Internationalen Hydrologischen Programms der UNESCO
1993

Региональное сотрудничество придунайских стран в рамках
Международной Гидрологической Программы ЮНЕСКО
1993

Im vorliegenden Folgeband II der Donaumonographie werden die Benennungen und Grenzen der Staaten entsprechend dem Stand 1991 (dem Jahr der Aufstellung des Arbeitsplanes für den Folgeband) gebraucht.

В данном дополнительном томе 2 гидрологической монографии р. Дунай названия государств и их границы приведены соответственно состоянию 1991 года (в данном году по существу был составлен материал).

Дунай и его водосбор -
Из истории гидрологии

РАНУД МИЖЕЧ ПОДАРКИ И
ИЗ ОЧОРНЯХ ПРИКОР



ISBN 80-0700622-2

Regionale Zusammenfassung der Dokumente im Rahmen
des Internationalen Hydrologischen Programms der UNESCO
1993

Междисциплинарная гидрологическая книга
1993

Vydala PRÍRODA a. s. Bratislava pre Ministerstvo pôdohospodárstva SR
v Bratislave v roku 1993

INHALTSVERZEICHNIS

VORWORT	5
1. EINLEITUNG	9
1.1 Die Unterlagen.....	10
1.2 Ziel, Arbeitsumfang und Art der Dokumentation der verwendeten Unterlagen	10
1.3 Für das Temperatur- und Eisregime bedeutende anthropogene Eingriffe	13
1.31 Deutscher Donauabschnitt.....	13
1.32 Österreichischer Donauabschnitt	14
1.33 Tschechoslowakischer und gemeinsamer tschechoslowakisch-ungarischer Donauabschnitt	14
1.34 Ungarischer Donauabschnitt	14
1.35 Rumänischer Donauabschnitt	15
1.36 Übrige Abschnitte.....	15
2. DAS TEMPERATURREGIME	16
2.1 Meßmethoden und -termine, Meßgeräte.....	16
2.2 Stationsnetz	17
2.3 Temperaturcharakteristik.....	18
2.31 Auswertemethodik	18
2.32 Obere Donau.....	20
2.33 Mittlere Donau	22
2.34 Untere Donau.....	24
2.35 Zubringer	25
2.4 Temperaturregimeänderungen nach Eingriffen	29
3. DAS EISREGIME	38
3.1 Beobachtung der Eiserscheinungen und bisherige Publikationen über das Eisregime der Donau.....	38
3.2 Netz der Beobachtungsstationen.....	40
3.3 Eisregimecharakteristik.....	41
3.4 Anthropogen begründete Eisregimeänderungen.....	43
4. SCHLUSSFOLGERUNGEN	49
LITERATUR	51
VERZEICHNIS DER TABELLEN	55
VERZEICHNIS DER ABBILDUNGEN	56
ANHANG	61

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	5
1. ВВЕДЕНИЕ	9
1.1 Исходные данные	10
1.2 Цель, объем работ и способ документации вступительных исходных данных.....	10
1.3 Антропогенные влияния, значительные для термического и ледового режима	13
1.31 Германский участок Дуная	13
1.32 Австрийский участок Дуная	14
1.33 Чехо- словацкий и общий чехо- словацко- венгерский участок Дуная	14
1.34 Венгерский участок Дуная.....	15
1.35 Румынский участок Дуная	15
1.36 Остальные участки	15
2. ТЕРМИЧЕСКИЙ РЕЖИМ.....	16
2.1 Методы и сроки изменения, измерительные приборы	16
2.2 Сеть станций наблюдений.....	17
2.3 Характеристика температур.....	18
2.31 Методика обработки данных.....	18
2.32 Верхний Дунай	21
2.33 Средний Дунай	23
2.34 Нижний Дунай	24
2.35 Притоки	25
2.4 Изменения термического режима в результате антропогенных воздействий	29

3. ЛЕДОВЫЙ РЕЖИМ	38
3.1 Наблюдения за ледовыми явлениями и существующие публикации о ледовом режиме Дуная	38
3.2 Сеть станций наблюдений	40
3.3 Характеристика ледового режима	41
3.4 Изменения ледового режима в результате антропогенных воздействий	44
4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ	49
ЛИТЕРАТУРА	51
ПЕРЕЧЕНЬ ТАБЛИЦ	55
ПЕРЕЧЕНЬ РИСУНКОВ	56
ПРИЛОЖЕНИЕ	61
PREFACE	6
LIST OF TABLES	55
LIST OF FIGURES	57
ENCLOSURE	61

VORWORT

Die erste Etappe der Zusammenarbeit der Donauländer auf dem Gebiet der Hydrologie wurde im Jahre 1986 durch die Herausgabe der Publikation „Die Donau und ihr Einzugsgebiet, Hydrologische Monographie“ erfolgreich beendet. Die Nationalkomitees (NK) für das Internationale Hydrologische Programm (IHP) der UNESCO dieser Länder haben sich anschließend darüber geeinigt, die Zusammenarbeit fortzusetzen, da die Lösung weiterer hydrologischer Probleme für vielfältige Tätigkeiten im Donaugebiet von grundlegendem Interesse ist. Es handelt sich hierbei z. B. um Fragen in Zusammenhang mit dem Hochwasserschutz, der Schiffahrtssicherung, Wasserversorgung, Abwasserbeseitigung und anderen Aufgabenbereichen, die auf fundierte hydrologische Grundlagen angewiesen sind.

In der Sitzung der NK-Vertreter für das IHP in Budapest im April 1987 haben diese die Prinzipien für die Zusammenarbeit in der zweiten Etappe formuliert und festgelegt. Sie verlief zunächst im Rahmen des Projektes 1.1 der dritten Phase und dann im Projekt 2.6 der vierten Phase des IHP der UNESCO. In diesem Kontext wurden von 12 vorgeschlagenen Themen vier ausgewählt, die für die dritte Phase von außerordentlichem Interesse waren sowie deren Koordinatoren benannt und das Arbeitsprogramm beschlossen.

Das im vorliegenden Folgeband II zur Donaumonographie behandelte Thema „Temperatur- und Eisregime der Donau und ihrer wichtigeren Zubringer“ wurde aus den Beiträgen der Donauländer über die Gegebenheiten von den Quellen bis zur Prutmündung unter Koordination der Tschechoslowakei erarbeitet. Es umfaßt Grundcharakteristiken des Temperatur- und Eisregimes an ausgewählten Stationen entlang der Donau und den wichtigeren Zubringern, deren Beziehung zu den maßgeblichen meteorologischen und hydrologischen Größen und die durch die anthropogene Tätigkeit hervorgerufenen Änderungen.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Первый этап регионального сотрудничества придунайских стран в области гидрологии был успешно завершен в 1986 году изданием работы „Дунай и его бассейн. Гидрологическая монография“.

Национальные комитеты по МГП этих стран пришли к единому мнению продолжать сотрудничество при решении других гидрологических проблем, имеющих большое значение для различной деятельности на Дунае и в его бассейне, таких, как защита от наводнений, обеспечение судоходства, использование водной энергии, водоснабжение, охрана от загрязнения и др.

В апреле 1987 года на первом заседании в Будапеште представители НК по МГП сформулировали принципы второго этапа, который проводится в рамках программы 1.1 третьей фазы и 2.6 четвертой фазы МГП ЮНЕСКО. Венгерский НГ по МГП предложил 12 тем, из которых были выбраны 4 весьма актуальные темы третьей фазы, рекомендованы координаторы тем и план-график проведения работ. В 1988 году в Вене были предложены методики отдельных тем и в 1988–92 гг. проводились работы по темам, которые будут постепенно опубликованы.

Вторая тема „Термический и ледовый режим Дуная и его основных притоков“ была разработана при содействии придунайских стран от источника вплоть до устья Прута при координации Чехо-Словакии. Представляются основные характеристики термического и ледового режима в избранных водомерных постах Дуная и некоторых его притоков, их связь с другими гидрологическими величинами и их изменения, вызванные человеческой деятельностью.

PREFACE

The first stage of regional cooperation of the Danube countries in the field of hydrology had been completed in 1986 with the publication of the work „The Danube and its Basin, Hydrological Monograph“.

National Committees for the International Hydrological Programme (IHP) of concerned countries had decided to continue further cooperation in solving hydrological issues, significant for many activities on the Danube and in its basin, i.e. flood protection, navigation, water power utilization, water supply, pollution control, etc.

The principles of the second stage were drafted at the first work session held in Budapest in April 1987 by the representatives of IHP National Committees. The session took place within the scope of the 1.1 programme of the third phase and the 2.6 programme of the fourth phase of IHP UNESCO. The Hungarian National Committee submitted 12 suggestions, four of them, very topical, were recommended by coordinators, simultaneously with the time schedule of proceeding. In 1988 methodologies of respective themes were submitted in Vienna, and in 1988–1992 themes have been elaborated, which would be successively published.

The second theme „Thermal and Ice Regimes of the Danube and its Main Tributaries“ was coordinated by Czechoslovakia and elaborated in cooperation with the Danube countries. It deals with the basic characteristics of the thermal regime and ice phenomena in selected gauging stations on the Danube and some of its tributaries, from the river spring to the mouth of the river Prut. It considers also the relationships with other hydrological characteristics, as influenced by man's activity.

ЗАВОДЧИЧНІ

Ідея цього видання виникла в 1986 році в ході розглядування в Інституті гідрометрії Академії наук Угорської Народної Республіки питань створення міжнародного гідрометеорологічного центру в Будапешті.

У результаті зустрічів представників державних гідрометеорологічних інститутів Угорщини, Чехословаччини та Румунії в Будапешті було вирішено створити міжнародний гідрометеорологічний центр, який би об'єднав ресурси та методичні можливості трьох країн та надавав їм підтримку в розвитку гідрометеорології та гідроекології.

Після цього в Угорському інституті гідрометрії було розроблено проект створення міжнародного гідрометеорологічного центру та відповідної програми розвитку гідрометеорології в Угорщині та в Європі. Важливим елементом цієї програми було створення міжнародного гідрометеорологічного центру в Будапешті, який би об'єднав ресурси та методичні можливості трьох країн та надавав їм підтримку в розвитку гідрометеорології та гідроекології.

Важливим елементом цієї програми було створення міжнародного гідрометеорологічного центру в Будапешті, який би об'єднав ресурси та методичні можливості трьох країн та надавав їм підтримку в розвитку гідрометеорології та гідроекології.

FOLGENDE LÄNDER, INSTITUTIONEN UND SACHBEARBEITER HABEN ZU DIESEM PROJEKT BEIGETRAGEN:

Bundesrepublik Deutschland

Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft, München:
Dipl.-Met. J. Deisenhofer, Regierungsdirektor
Dipl.-Ing. H. Schiller, Baudirektor
Prof. Dr.-Ing. R. F. Schmidtke, Leitender Baudirektor und Obmann der Arbeitsgruppe „Regionale Zusammenarbeit – Hydrologie der Donau“ im IHP/OHP-Nationalkomitee der Bundesrepublik Deutschland

Republik Österreich

Institut für Hydraulik, Gewässerkunde und Wasserwirtschaft, Technische Universität Wien:
Dipl.-Ing. Dr. tech. O. Behr

Tchechoslowakei

Forschungsanstalt für Wasserwirtschaft (VUVH), Bratislava:
Dipl.-Ing. A. Stancikova, CSc., Projektleiter
RNDr. Z. Capekova
Dipl.-Ing. L. Molnar, CSc., Nationalkomitee der Slowakei für das IHP

Ungarische Republik

Forschungszentrum für Wasserwirtschaft (VITUKI), Budapest:
Dr.-Ing. Dipl.-Math. M. Domokos
Dr.-Ing. B. Novaky
Dr.-Ing. J. Déri
Dr.-Ing. A. Tarnoy, Nationalkomitee Ungarns für das IHP/OHP

Jugoslawien

Federal Institute for Hydrometeorology, Belgrad, Institut für Wasserwirtschaft „Jaroslav Cerni“, Belgrad:
Dipl.-Ing. T. Petkovic
Dipl.-Ing. N. Cvetkovic
Dipl.-Ing. S. Djokovic
Prof. Dr.-Ing. S. Prohaska
Prof. Dr.-Ing. S. Jovanovic
Prof. Dr.-Ing. S. Petkovic

В РАЗРАБОТКЕ НАСТОЯЩЕГО ПРОЕКТА УЧАСТВОВАЛИ СЛЕДУЮЩИЕ СТРАНЫ, ОРГАНИЗАЦИИ И СПЕЦИАЛИСТЫ:

Федеративная Республика Германия

Баварское ведомство водного хозяйства, г. Мюнхен:
Дипл. инж. Й. Дайсенхофер, правительственный директор
Дипл. инж. Г. Шиллер, строит. директор
Проф. д-р инж. Р. Ф. Шмидтке, руководящий строит. директор и руководитель рабочей группы „Региональное сотрудничество по Гидрологии Дуная“ в МГП/ОГП НК ФРГ

Австрийская Республика

Институт гидравлики, гидрологии и водного хозяйства, Технический университет г. Вена:
Дипл. инж. О. Бер, д-р техн. наук

Чехо-Словакия

Научно-исследовательский институт водного хозяйства, г. Братислава:
Дипл. инж. А. Станчикова, канд. техн. наук, руководитель проекта
Д-р З. Цапекова
Дипл. инж. Л. Молнар, канд. техн. наук, Словакий Национальный комитет по МГП

Венгрия

Научно-исследовательский центр водного хозяйства (ВИТУКИ), г. Будапешт:
Д-р инж. Дипл. мат. М. Домокош
Д-Р инж. Б. Новаки
Д-р инж. Й. Дери
Д-р инж. А. Тарной, Венгерский Национальный комитет по МГП/ОГП

Югославия

Союзный гидрометеорологический институт, г. Белград
Институт водного хозяйства им. „Я. Черни“, г. Белград:
Дипл. инж. Т. Петкович
Дипл. инж. Н. Цветкович
Дипл. инж. С. Джокович
Проф. д-р инж. С. Прохаска
Проф. д-р инж. С. Йованович
Проф. д-р инж. С. Петкович

Rumänien

National Institute for Meteorology, Bukarest:
Dr.-Ing. P. Mita
Dr.-Ing. S. Grangasu

Bulgarien

Institut für Hydrologie und Meteorologie, Sofia,
Hochschule für Architektur und Tiefbau, Sofia:
Dr. D. Petschinov

Doz. Dipl.-Ing. S. P. Modev, CSc.

Dipl.-Ing. M. D. Petschinova, CSc.

Dipl.-Ing. K. Sch. Rajnova

Dr. D. Petschinov
Doz. Dipl.-Ing. S. P. Modev, CSc.
Dipl.-Ing. M. D. Petschinova, CSc.
Dipl.-Ing. K. Sch. Rajnova

Румыния

Национальный институт метеорологии и гидрологии, г. Бухарест:
Д-р инж. П. Митэ
Д-р инж. С. Грангашу

Болгария

Институт гидрологии и метеорологии,
г. София,

Институт архитектуры и строительства,
г. София:

Д-р Д. Печинов

Доц. дипл. инж. С. П. Модев, канд. техн. наук

Дипл. инж. М. Д. Печинова, канд. техн. наук

Дипл. инж. К. Ш. Райнова

Гидрометеорологический институт
и гидрологическая станция
г. София, Технический университет
г. София, г. София

Гидрометеорологический институт
и гидрологическая станция
г. София, Технический университет
г. София, г. София

Гидрометеорологический институт
и гидрологическая станция
г. София, Технический университет
г. София, г. София

Гидрометеорологический институт
и гидрологическая станция
г. София, Технический университет
г. София, г. София

Гидрометеорологический институт
и гидрологическая станция
г. София, Технический университет
г. София, г. София

Гидрометеорологический институт
и гидрологическая станция
г. София, Технический университет
г. София, г. София

Гидрометеорологический институт
и гидрологическая станция
г. София, Технический университет
г. София, г. София

Гидрометеорологический институт
и гидрологическая станция
г. София, Технический университет
г. София, г. София

1. EINLEITUNG

Den Wasserkreislauf in allen seinen Phasen und mit all seinen Begleiterscheinungen zu verstehen, ist außerordentlich wichtig für die Tätigkeit des Menschen. Von Bedeutung ist nicht nur die quantitative, sondern auch die qualitative Seite dieses Kreislaufes. Dazu gehören die chemischen, biologischen, bakteriologischen und physikalischen Eigenschaften des Wassers. Diese Arbeit befaßt sich speziell mit den Fragen der Wassertemperatur. Ihre Änderungen in Zeit und Raum, d. h. der Tages- und Jahresgang, der langfristige Trend und ihre Verteilung im Quer- und Längsschnitt, die durch Naturfaktoren aber auch durch anthropogene Eingriffe beeinflußt werden, definieren das Temperaturregime des Flusses.

Eine besondere Bedeutung hat das Temperaturregime in der Winterperiode, weil Eiserscheinungen auftreten können. Die Bedingungen für die Eisbildung, die weiteren Entwicklungen und Veränderungen der Eisdecke unter dem Einfluß von diversen Faktoren sowie die Andauer und die Rückbildung der Eisdecke bestimmen das Eisregime des Gewässers.

Die Kenntnis des Temperatur- und Eisregimes der Donau hat für die Länder, die sie durchfließt, eine besondere Bedeutung. Was die Größe des Einzugsgebiets ($817\,000 \text{ km}^2$), die Länge (2857 km) und den vieljährigen mittleren Durchfluß an der Mündung ($6500 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$) betrifft, ist die Donau der zweitgrößte Fluss Europas. Acht Donaustaten entwickeln auf dieser „Wasserader“ wichtige wasserwirtschaftliche und damit verbundene gesamtwirtschaftliche Aktivitäten, in denen die Erforschung des Temperatur- und Eisregimes ihre Begründung hat. Auf der anderen Seite ändern diese Tätigkeiten den natürlichen Charakter des Temperatur- und Eisregimes, der durch die geographischen, morphologischen und klimatischen Bedingungen des Gebiets gegeben ist. Diese Problematik wurde deswegen zu einem Projektthema der zweiten Etappe der Zusammenarbeit der Donauländer auf dem Gebiet der Hydrologie gemacht und unter der Bezeichnung „Projekt Nr. 2“ durchgeführt.

1. ВВЕДЕНИЕ

Знание круговорота воды во всех его фазах и со всеми сопровождающими его явлениями весьма важно для человеческой деятельности. При этом большое значение имеет не только количественная, но и качественная сторона этого круговорота, где наряду с химическими, биологическими и бактериологическими свойствами важную роль играют и физические свойства воды. К ним, кроме других, относится также температура воды. Ее изменение во времени и пространстве, т. е. суточный и годовой ход, многолетняя тенденция, распределение температуры в поперечном сечении и в продольном направлении русла, на которые оказывают влияние природные факторы, а также искусственные вмешательства человека, определяют термический режим водотока или водохранилища.

Особое значение имеет термический режим в зимний период, когда могут возникнуть условия, необходимые для появления различных форм ледовых явлений. Условия их возникновения, развитие, изменения под влиянием различных факторов, продолжительность и разрушение определяют ледовый режим водотока или водохранилища.

Знание термического ледового режима Дуная имеет чрезвычайное значение для стран, через которые он протекает. По площади бассейна ($817\,000 \text{ км}^2$), длине (2857 км) и многолетнему среднему расходу в устье ($6500 \text{ м}^3 \cdot \text{s}^{-1}$) – это вторая крупнейшая река в Европе. Придунайские государства развивают на этой водной магистрали важную водохозяйственную и другую народнохозяйственную деятельность, для которой исследование термического и ледового режима имеет большое значение. С другой стороны, эта деятельность изменяет естественный характер термического и ледового режима, обусловленного географическими, морфологическими и климатическими условиями территории. Поэтому эта проблематика стала содержанием 2 этапа сотрудничества придунайских стран в области гидрологии в качестве темы № 2.

1.1 Die Unterlagen

Das Thema „Temperatur- und Eisregime der Donau und ihrer wichtigeren Zubringer“ wurde nach der Methodik bearbeitet, wie sie auf der 2. Arbeitstagung der Experten der Donaustaaaten im September 1988 in Wien durch den Themenkoordinator CSFR (Forschungsanstalt für Wasserwirtschaft in Bratislava) vorgeschlagen worden war. Bis zur 5. Tagung der Expertengruppe im Mai 1991 in Straubing erhielt der Bearbeiter die Unterlagen und ergänzende Daten aus Deutschland [1, 3], Österreich [4], Ungarn [1], Bulgarien [1], Rumänien [9], Jugoslawien [1] einschließlich des Berichtes der CSFR [2]. Die vorgelegte Arbeit beinhaltet die Auswertung aller angeführten Beiträge und eine Analyse der einschlägigen Literatur, die dem Themenkoordinator zur Verfügung stand. Neben diesen Materialien wurden auch die Empfehlungen verwendet, die die mitarbeitenden Organisationen als Bemerkungen zum tabellarischen und graphischen Teil sowie Textteil des bearbeiteten Themas und als Literaturquellen zugesandt haben.

1.2 Ziel, Arbeitsumfang und Art der Dokumentation der verwendeten Unterlagen

Das Thema besteht aus zwei Teilen. Den Inhalt des ersten Teiles bildet das Temperaturregime der Donau und verschiedener Zubringer. Im zweiten Teil wird das Temperaturregime in der Winterperiode, in welcher diverse Formen von Eiserscheinungen vorkommen, behandelt.

Der Bericht hat sich zum Ziel gesetzt, das Temperatur- und Eisregime in Zeit und Raum darzustellen sowie Erklärungen und Quantifizierungen für die Veränderungen der maßgeblichen Einflussfaktoren, einschließlich der anthropogenen Eingriffe, zu suchen. Auf diese Weise gewonnene Erkenntnisse könnten bei der Beurteilung von Nutzungsmöglichkeiten (z. B. für die weitere Ausnutzung als Kühlwasser und die Beurteilung der Folgen) und bei der Lösung ökologischer Probleme hilfreich sein. Das Eisregime ist mit der Schifffahrt, Wasserkraftnutzung und mit dem Hochwasserschutz eng verbunden. Das Ziel der Arbeit war deswegen, die extremen und mittleren Charakteristiken des Auftretens und der Dauer von Eiserscheinungen zu bestimmen und die Zusammenhänge mit den meteorologischen Elementen zu untersuchen.

Die Aussagekraft der Arbeit wird durch die

1.1 Исходные данные

Тема № 2 „Термический и ледовый режим Дуная и его основных притоков“ была разработана в соответствии с методикой, представленной на II рабочем заседании экспертов при дунайских стран в сентябре 1988 г. в Вене, разработчиком темы в ЧСФР (Научно-исследовательский институт водного хозяйства в Братиславе).

До мая 1991 г., когда состоялось V заседание группы экспертов по всем темам V этапа сотрудничества в г. Штраубинг, разработчик получил исходные данные и дополнительные данные из Германии [1, 3], Австрии [4], Венгрии [1], Болгарии [1], Румынии [9], Югославии [1], включая отчет из Чехо-Словакии [2]. Предлагаемая работа содержит все вышеприведенные исходные данные и анализ материалов, имеющихся у разработчика. Кроме исходных данных, были учтены и рекомендации, направленные сотрудниками организациями в качестве примечаний к табличной, графической и текстовой частям разрабатываемой темы, а также литературные источники.

1.2 Цель, объем работ и способ документации вступительных исходных данных

Тема состоит из двух частей. Содержанием первой части является термический режим Дуная и его некоторых притоков. Во второй части рассматривается термический режим в зимний период, когда возникают различные формы ледовых явлений.

Целью работы является предложить обзор термического режима воды, его изменений и тенденции во времени и вдоль реки и найти и объяснить эти изменения в решающих влияющих факторах, включая человеческое воздействие. Таким образом, полученные сведения должны давать возможность использования их при обсуждении проектов активных действий, планируемых на водотоке (например: для дальнейшего использования охлаждающей способности водотока и оценки последствий), при решении экологических и других проблем. Ледовый режим тесно связан с судоходством, энергетическим использованием и защитой от наводнений. Поэтому целью работы было построить экстремальные и средние характеристики появления

Länge und Zuverlässigkeit der Beobachtungsreihen an den ausgewählten Stationen bestimmt und teilweise auch beschränkt.

Am Temperaturregime haben viele Faktoren Anteil. Bei den hydrologischen Faktoren kommen der Durchfluß, die Wasserüberleitungen und -entnahmen sowie der Grundwasserzufluß in Betracht, wobei die Menge und die Temperatur entscheidend sind. Die meteorologischen Bedingungen werden durch die Lufttemperatur und den Niederschlag beschrieben. Die morphologischen Faktoren beeinflussen die Temperaturverteilung im Fluß in Quer- und Längsrichtung. Eine besondere Bedeutung haben die anthropogenen Eingriffe im und am Fluß und im Einzugsgebiet. Dazu gehören die Regulierung des Flußbettes, die Wasserakkumulation und Bewirtschaftung in Speichern und in Stauanlagen von Wasserkraftwerken sowie das Einleiten erwärmten Abwassers aus Industrie und thermischen Energieversorgungsanlagen (Wärme- und Kernkraftwerke, WKW, KKW).

Nach einer unter den IHP-Experten der Donauländer abgestimmten Methodik wurden zur Charakterisierung des Temperaturregimes die repräsentativen Messungen der Luft- und Wassertemperaturen an den ausgewählten meteorologischen und hydrographischen Stationen für die Beobachtungsperiode bis zum Jahre 1985 verwendet. Sie sind in Tabellenform ausgewertet worden und beinhalten:

- mittlere Jahrestemperatur, maximale und minimale Tagestemperatur des Wassers (t_o) und der Luft (t_a) und
- mittleren Jahresdurchfluß (Q).

Das Eisregime wird durch klimatische und hydrologische Größen im Einzugsgebiet, durch die Morphologie des Flußbettes und durch die anthropogenen Eingriffe beeinflußt. Seine Charakterisierung erfolgt durch diverse Formen der Eiserscheinungen. In dieser Arbeit werden unterschieden:

- die Eiserscheinungen allgemein (EE), d. h. Treibeis einschließlich Randeis, Schweb- wie auch Grundeis, Eisschlamm, der Eisgang und
- die Eisdecke (ED) eines Abschnittes, ohne zu berücksichtigen, ob es sich um Festeis oder um eine sich gegen die Stromrichtung ausbreitende Eisdecke handelt.

Das Auftreten von Eis ist unmittelbar an die Luft- und Wassertemperatur gebunden. Der Durchfluß ist weniger bedeutsam. Niederschläge, besonders „warm“ Regen und die Schneedeckung können das Eisregime nur örtlich beeinflussen.

и продолжительности ледовых явлений и изучить зависимости между избранными метеорологическими элементами.

Объем сведений в работе дан и частично ограничен длиной и надежностью рядов наблюдений в отдельных водомерных постах.

В формировании термического режима принимают участие многие факторы. Из гидрологических это, прежде всего, расход, переброс и забор воды, как и приток грунтовых вод, причем решающими являются их количество и температура. Метеорологические факторы представлены температурой воздуха и количеством осадков. Морфологические факторы влияют на распределение температуры в поперечном сечении и вдоль русла. Особое значение имеют вмешательства человека в русле и бассейне. Это – регулирование русла, аккумуляция воды в водоемах и водохранилищах гидроузлов, функционирующих отдельно или в каскаде, способ их использования, сброс подогретых сточных вод с промышленных предприятий и энергетики (тепловые и атомные электростанции – ТЭС, АЭС).

Поэтому согласно принятой методике для характеристики термического режима использовались репрезентативные измерения температуры воды и факторов, влияющих на него, на водомерных постах реки Дуная и его притоков, или же на соответствующих метеорологических станциях за весь период наблюдений вплоть до 1985 года в среднегодовых значениях. Проведена оценка в табличной форме, где содержатся:

- среднегодовая, максимальная и минимальная суточная температура воды (t_o) и воздуха (t_a)
- среднегодовой расход воды (Q).

На ледовый режим влияют климатические и гидрологические величины в водотоке и бассейне, морфология русла реки и вмешательства человека. Ледовый режим характеризуется различными формами ледовых явлений в зависимости от того, для каких из них в данном месте существуют благоприятные условия. В настоящей работе рассматриваются две формы, а именно:

- ледовые явления в общей форме (ЛЯ), т. е. поверхностный лед, в том числе забереги, внутриводный и донный лед, шуга, ледоход и
- ледостав (ЛЕ) данного участка, несмотря на то, идет ли речь о ледяной перемычке или заторе, распространяющихся в направлении против течения.

Zur Charakterisierung des Winterregimes der Donau und ihrer Zubringer wurden folgende Daten benutzt:

1. Termine und hydrologische Angaben zum Eisregime der einzelnen Stromabschnitte

- Anfang und Ende des Auftretens von Eiserscheinungen (AEE, EEE),
- Anfang und Ende des Auftretens einer Eidecke (AED, EED),
- mittlere und größte Anzahl der Tage mit EE (DEE) und die längste, nicht unterbrochene EE-Periode,
- mittlere und größte Anzahl der Tage mit ED (DED) und die längste, nicht unterbrochene ED-Periode,
- Wasserstand während des Auftretens der EE und ED und zwar der maximale und der mittlere Wasserstand sowie,
- der maximale und der mittlere Durchfluß während des Auftretens von EE.

2. Kenngrößen zur langjährigen Charakteristik des Eisregimes der Donau

- Beobachtungsdauer, Anzahl der Jahre mit EE und ED,
- der früheste AEE und das späteste EEE sowie,
- der früheste AED und das späteste EED.

3. Kenngrößen zur Temperaturcharakteristik der Winterperioden mit EE und ED für die einzelnen Stromabschnitte

- die negative Temperatursumme bis zum AEE und AED (Nt_aS),
- die mittlere tägliche Lufttemperatur am ersten Tag des Auftretens von EE und ED,
- die positive Temperatursumme bis zum EED und EEE (Pt_aS),
- die Anzahl der Tage mit negativen Tagesmitteltemperaturen der Luft bis zum AEE sowie
- die mittlere tägliche Temperatur des Wassers am ersten Tag des Auftretens von EE und ED.

Einige Tabellenangaben über das Winter- und Eisregime der einzelnen Abschnitte werden auch graphisch interpretiert:

- Eisregime in kritischen Winterperioden (z. B. in den Jahren 1955–56, 1962–63, 1963–64 usw.)
- klimatologische Mittelwerte zum Eisregime der Donau.

Alle verfügbaren Daten der Beobachtungsstationen sind in einem gesonderten Tabellenband zusammengefaßt, der nicht Bestandteil dieser Publikation ist. Die mitarbeitenden Länder haben ihn 1992 in der 6. Arbeitssitzung der Experten in Kelheim vom Bearbeiter ausgehändigt bekommen.

Появление ледовых явлений связано непосредственно с температурой воздуха и воды. Влияние расхода не является настолько значительным. Это касается также осадков, хотя „теплые“ дожди и снежный покров локально могут оказывать значительное влияние на режим льдов.

Для характеристики зимнего режима Дуная и его притоков использованы следующие данные:

1. Сроки и гидрологические характеристики ледового режима на отдельных водомерных постах

- дата начала и конца появления ледовых явлений (НЛЯ, КЛЯ),
- дата начала и конца ледостава (НЛЕ, КЛЕ),
- общая продолжительность ЛЯ (ПЛЯ) и наиболее долгий беспрерывный период ЛЯ,
- общая продолжительность ЛЕ (ПЛЕ) и наиболее долгий беспрерывный период ЛЕ,
- уровень воды в течение ЛЯ и ЛЕ, а именно максимальное и среднее значение,
- максимальный и средний расход в течение ЛЯ.

2. Многолетняя характеристика ледового режима Дуная

- период наблюдений, количество лет с ЛЯ и ЛЕ,
- наиболее раннее и наиболее позднее появление НЛЯ и КЛЯ,
- наиболее раннее и наиболее позднее появление НЛЕ и КЛЕ.

3. Температурная характеристика зим с наличием ЛЯ и ЛЕ в отдельных водомерных постах

- отрицательная температурная сумма до НЛЯ и НЛЕ Σt_a^- ,
- средняя температура воздуха в первый день с ЛЯ и ЛЕ,
- положительная температурная сумма до КЛЕ и КЛЯ Σt_a^+ ,
- количество дней с отрицательной среднесуточной температурой воздуха до НЛЯ,
- средняя температура воды в первый день появления ЛЯ и ЛЕ.

Некоторые данные из таблиц о зимнем и ледовом режиме были выражены и графически:

- ледовый режим в критические зимние периоды (напр. в 1955 – 56, 1962 – 63, 1963 – 64 и т. д.) и
- климатические характеристики ледового режима Дуная.

1.3 Für das Temperatur- und Eisregime bedeutende anthropogene Eingriffe

Neben den hydrologischen und meteorologischen Grunddaten waren bei der Bearbeitung des Themas auch die Angaben über die anthropogenen Eingriffe an der Donau und ihren Zubringern sowie in deren Einzugsgebieten zu erheben. In die Bearbeitung wurden Regulierungsmaßnahmen am Flussbett, besonders aber die Kraftwerksausbauten an der Donau und ihren Zubringern, die Wärme- und Kernkraftwerke sowie die Industrieinleitungen einbezogen. Sie sind übersichtsmäßig in den Abbildungen 1, 2 und 11 dargestellt.

1.31 Deutscher Donauabschnitt

Die erste Station an der Donau, deren Beobachtungen in diese Arbeiten einbezogen wurden, ist Ingolstadt (km 2458,3). Oberhalb dieser Stelle bis zur 40 km entfernten Mündung des Lech besteht eine Kaskade von 4 Wasserkraftwerken (DKW), die im Zeitraum 1967–1971 in Betrieb gingen. Insgesamt wurden in dem ca. 130 km langen Abschnitt von Ulm (km 2588) bis Ingolstadt im Zeitraum von 1952 bis 1984 15 Kraftwerke errichtet. 48 km unterhalb von Ingolstadt mündet die Altmühl in die Donau. Von dort bis zum 1928 als erste Anlage errichteten Donaukraftwerk Kachlet wurden stufenweise auf einer Länge von ca. 190 km in den Jahren 1977 bis 1985 weitere Stauanstufen (STST) gebaut: Bad Abbach, Regensburg, Geisling und Straubing (im Bau). An der deutsch-österreichischen Grenze ist seit 1954 das Kraftwerk Jochenstein in Betrieb.

Mit dem Bau von Wärmekraftwerken (WKK) in diesem Abschnitt wurde 1965 begonnen. An der Donau sind dies die auf Ölbasis betriebenen Kraftwerke Ingolstadt (km 2451,4 – Inbetriebnahme des ersten von 4 Blöcken 1965), Irsching (km 2445,9 – Inbetriebnahme des ersten von 3 Blöcken 1969) und Pleinting (km 2256,1 – Inbetriebnahme des ersten von 2 Blöcken 1969). Die Abdeckung der Grundlast durch andere Energieträger hat dazu geführt, daß diese Anlagen ab 1977 bzw. 1978 nur noch im Teillastbetrieb arbeiten. Außerdem befinden sich an der Donau das Kernkraftwerk (KKW) Gundremmingen (km 2551 – Inbetriebnahme des ersten, bereits stillgelegten von 3 Blöcken 1966) und am rechtsseitigen Zubringer Isar die Kernkraftwerke (KKW) Isar I und Isar II, die seit 1976 bzw. 1988 in Betrieb sind. Am linksseitigen Zubringer Naab liegt

Все исходные данные из отдельных станций наблюдений образуют особую табличную часть, которая не публикуется как составная часть настоящей работы. Сотрудничающие страны ее получили от разработчика на VI рабочем заседании экспертов в Кельхайме в 1992 г.

1.3 Антропогенные влияния, значительные для термического и ледового режима

Кроме основных гидрологических и метеорологических данных при разработке темы имели большое значение и данные об антропогенных воздействиях, осуществленных на Дунае, его притоках и в бассейне. В разработку были включены регуляционные мероприятия в русле реки, и особенно строительство гидроузлов на Дунае и его притоках, тепловые и атомные электростанции и промышленные сбросы так, как их представили сотрудничающие страны. Наглядно они изображены на рис. 1, 2 и 11.

1.31 Германский участок Дуная

Первый водомерный пост на Дунае, наблюдения на котором были включены в эти работы, является Ингольштадт (км 2458,3). Над ним до устья правостороннего притока Лех на длине около 40 км построен каскад из 4 гидроузлов, сданных в эксплуатацию в 1967 – 1971 гг. На участке от г. Ульм (2588 км) до г. Ингольштадт (около 130 км) в период с 1952 по 1984 гг. построено 15 гидроузлов. На 48 км под Ингольштадтом впадает в Дунай Альтмюль. Оттуда до первого гидроузла на Дунае – Кахлет (1928) – на длине около 190 км были постепенно с 1977 по 1987 гг. построены следующие гидроузлы: Бад Аббах, Регенсбург, Гислинг и Штраубинг (строится). На немецко-австрийской границе с 1954 года эксплуатируется гидроузел Йохенштейн.

Тепловые электростанции на этом участке начали строить с 1965 года. На Дунае это электростанции, работающие на базе жидкого топлива: Ингольштадт (2451,4 км – первый из 4 блоков, введенный в эксплуатацию в 1965 г.), Ирсхинг (2445,9 км – первый из 3 блоков, введенный в эксплуатацию в 1969 г.) и Плейнинг (2256,1 км – первый из 2 блоков, введенный в эксплуатацию в 1969 г.). Покрытие основной нагрузки другими энергетическими источниками привело к тому, что эти

das Braunkohlekraftwerk Schwandorf, das seit 1956 elektrischen Strom liefert.

1.32 Österreichischer Donauabschnitt

Durch Österreich fließt die Donau auf einer Länge von ca. 350 km, wovon sie auf 21 km zwischen den Kraftwerken Kachlet und Jochenstein Grenzfluß zur BRD und auf 8 km Grenze zur CSFR ist. Bis 1985 waren von den 350 km schon 250 km unter Stauseinfluß [Sonderliteratur 3]. Insgesamt gingen zwischen 1954 und 1985 8 Staustufen in Betrieb.

Für das Temperatur- und Eisregime sind auch die Staustufen in den Alpenzubringern der Donau in Deutschland und Österreich (insbesondere Lech, Isar, Inn und Enns) nicht ohne Bedeutung.

Schwerpunkte der Abwärmeeinleitung in diesem Donauabschnitt sind die Gebiete um Linz und Wien. Schon im Jahre 1971 waren die Mengen im Bereich von Linz so hoch, daß sie, zusammen mit dem Beitrag der Traun, imstande waren, täglich fast 370 000 m³ Eis zu schmelzen. Diese Leistung entspricht dem letztendlich nicht in Betrieb gegangenen Kernkraftwerk Zwentendorf.

1.33 Tschechoslowakischer und gemeinsamer tschechoslowakisch-ungarischer Donauabschnitt

Von der Marchmündung bis zur Mündung der Ipel verläuft die Donau auf einer Länge von 8 km entlang der Grenze zu Österreich und auf 142 km entlang der Grenze zu Ungarn. Der Rest (30 km) ist nationaler Abschnitt der CSFR. Auf dieser gesamten Teilstrecke besteht keine Beeinflussung durch Staustufen. Das einzige gemeinsame Wasserkraftwerk (Hrusov-Dunakiliti) befindet sich außerhalb des natürlichen Flußbettes der Donau. Eine Beeinflussung durch warme Abwässer rufen nur die großen Stadt- und Industrieagglomerationen (besonders Bratislava, Komarno, Sturovo) hervor.

1.34 Ungarischer Donauabschnitt

Ab der Ipelmündung bis zur ungarisch-jugoslawischen Grenze (275 km) verläuft die Donau ohne Staustufen. In den Jahren 1958 bis 1975 wurden zwischen Dunaföldvar und der Grenze auf einer Länge von 67 km Regulierungsarbeiten, die die Eiszzeit auf diesem Abschnitt beeinflusst haben, durchgeführt. Auf die Temperatur der Donau, besonders auf die Eiszzeit, wirken sich die

Staustufen nicht aus. Die Wasserkraftwerke auf dem Donauabschnitt zwischen der Grenze und der Mündung in die Donau liegen auf ungarischem Gebiet. Sie werden von der ungarischen Elektroenergiemittelgesellschaft (MOL) betrieben. Die ersten beiden Staustufen (Győr und Komárom) wurden 1958 und 1960 in Betrieb genommen. Die weiteren vier Staustufen (Tiszaújváros, Tiszaújváros II, Tiszaújváros III und Tiszaújváros IV) wurden 1968, 1970, 1972 und 1975 in Betrieb genommen. Die fünf Staustufen auf dem Donauabschnitt zwischen der Grenze und der Mündung in die Donau liegen auf ungarischem Gebiet. Sie werden von der ungarischen Elektroenergiemittelgesellschaft (MOL) betrieben. Die ersten beiden Staustufen (Győr und Komárom) wurden 1958 und 1960 in Betrieb genommen. Die weiteren vier Staustufen (Tiszaújváros, Tiszaújváros II, Tiszaújváros III und Tiszaújváros IV) wurden 1968, 1970, 1972 und 1975 in Betrieb genommen.

1.32 Австрийский участок Дуная

Через австрийскую территорию протекает Дунай на протяжении приблизительно 350 км, из которых 21 км между гидроузлами Кахлет и Йохенштейн общие с ФРГ и 8 км – с ЧСФР. До 1985 года из 350 км участка 250 км находится под влиянием подпора (Специальная литература 3). В общем было с 1954 по 1985 гг. введено в эксплуатацию 8 гидроузлов.

С точки зрения исследуемых режимов большое значение имеют также гидроузлы на альпийских притоках Дуная в ФРГ и Австрии (Лех, Изар, Инн и Энс).

Тепловые сбросы на этом участке попадают в Дунай, прежде всего, из области Линц и Вена. Уже в 1971 году это количество в окрестностях г. Линц было таким высоким, что оно было способно с помощью теплого притока Траун растопить ежедневно почти 370 000 м³ льда. Эта мощность соответствовала атомной электростанции Цвентендорф, которая до сих пор не была введена в эксплуатацию.

1.33 Чехо- словацкий и общий чехо- словацко-венгерский участок Дуная

Участок Дуная от устья реки Морава до устья реки Ипель на протяжении 8 км общий с Австрией, на протяжении 142 км – с Венгрией и остальные 30 км – национальный участок ЧСФР. Пока он не находится под влиянием гидроузлов. Единственное совместное сооружение (плотина Грушов-Дунакилити) построено вне современного русла реки Дунай. Подогретые сточные воды влияют на режим реки Дунай только около крупных городских и промышленных агломераций (главным образом, Братислава, Комарно, Штурово и др.).

Abwässer vor allem aus dem Gebiet von Budapest und die Abwärme des Kernkraftwerks Paks aus.

1.35 Rumänischer Donauabschnitt

Durch Rumänien fließt die Donau auf einer 1057 km langen Strecke. Davon sind ca. 229 km gemeinsam mit Jugoslawien, ca. 472 km mit Bulgarien und ca. 80 km mit der GUS.

Auf das Temperatur- und Eisregime hat der Ausbau des gemeinsamen jugoslawisch-rumänischen Wasserkraftwerks Djerdap I bei km 942,25 in den Jahren 1964–1971 und Djerdap II bei km 863,0, das im Jahre 1984 fertiggestellt wurde, großen Einfluß. Gleichfalls von Bedeutung sind Stauanlagen und Wasserspeicher an den Zubringern Jiu, Olt, Arges, Jalomita und Siret, wie auch die Wärmekraftwerke, die in der Nähe der Donau und ihrer Zubringer gebaut wurden.

1.36 Übrige Abschnitte

Angaben über die technischen Eingriffe an der Donau selbst und ihren Zubringern, die das Temperatur- und Eisregime auf dem kroatischen, serbischen, bulgarischen und ukrainisch-moldawischen Abschnitt beeinflussen, standen dem Bearbeiter nicht zur Verfügung.

1.34 Венгерский участок Дуная

От устья реки Ипель до венгро-югославской границы (275 км) течение Дуная не перегораживает никакой гидроузел. В период 1958–1975 гг. между Дунафельваром и границей на протяжении 67 км проводились регулировочные работы, оказывающие влияние на образование льда на этом участке. На температуру воды Дуная и, особенно на образование льда, влияет сброс сточных вод, главным образом, в области г. Будапешт и атомной электростанции Пакш.

1.35 Румынский участок Дуная

Через Румынию Дунай протекает на протяжении 1057 км. Из них приблизительно 229 км – общий участок с Югославией, около 472 км – с Болгарией и около 80 км – с СНГ.

На термический и ледовый режим решающее влияние с точки зрения технического вмешательства оказывает строительство энергетико-судоходной системы Джердап I, построенной как совместный югославо-румынский гидроузел на 942,25 км в 1964 – 1971 гг. и Джердап II на 863,0 км, строительство которого закончилось в 1984 году. Плотины и водохранилища на притоках Жиу, Олт, Арджеш, Яломица и Сирет, а также тепловые электростанции, расположенные вблизи Дуная и его притоков, представляют собой значительные искусственные вмешательства.

1.36 Остальные участки

Материалом о технических воздействиях в русле Дуная и его притоках, влияющих на термический и ледовый режим на хорватском, сербском, болгарском и украинско-молдавском участках разработчик не располагал.

2. DAS TEMPERATURREGIME

2. ТЕРМИЧЕСКИЙ РЕЖИМ

2.1 Meßmethoden und -termine, Meßgeräte

Die Wassertemperaturmessungen der hydrologischen Dienste in den Donaustaten gehen von annähernd gleichen Vorstellungen über den Tagesgang der Wassertemperatur aus. Die Meßtermine und die zum Einsatz kommenden Meßgeräte unterscheiden sich nur wenig. Verwendet werden meist geeichte Quecksilberthermometer mit Schöpfgefäß (Schöpfthermometer). Das Thermometer wird mit einem Seil an einer repräsentativen Stelle, üblicherweise im Pegelprofil, in einer ausreichenden Tiefe – damit das Meßgefäß sich füllen kann – eingebracht. Während der Ablesung bleibt das Thermometer eingetaucht, um einen Einfluß der Lufttemperatur auszuschließen. Die Eintauchdauer des Thermometers muß genügend lang sein, damit sich die Quecksilbersäule einpendeln kann. Nach der Herausnahme des Thermometers ist die Temperatur schnellstens auf 0,1 °C genau abzulesen. Die Messung wird einmal täglich, zwischen 7 und 8 Uhr morgens, durchgeführt. Im Winter ist darauf zu achten, daß das Thermometer nicht durch einen längeren Aufenthalt in der frostigen Luft unterkühlt wird und dadurch bei der Messung nicht mit einer Eisschicht umhüllt ist.

Gleichzeitig mit der Wassertemperaturmessung werden auch Angaben über einige meteorologische Elemente (Niederschläge, Nebel) und eventuell andere Erscheinungen (speziell Eiserscheinungen) im Protokoll festgehalten.

Im deutschen Donauabschnitt wurden die Wassertemperaturmessungen auf die beschriebene Art ausgeführt [Deutschland 1]; die Daten der Stationen sind deshalb ohne weiteres miteinander vergleichbar. Einige in jüngster Zeit eingerichtete oder erweiterte Meßstellen wurden mit Widerstandsthermometern ausgestattet, um dem Tagesgang der Wassertemperatur, seine Veränderung im Jahresverlauf und seine Abhängigkeit vom Abfluß kontinuierlich zu erfassen.

In den österreichischen Unterlagen [Österreich 4] sind Details über die Methode, das verwendete Gerät und die Meßtermine nicht angegeben. Die älteren Beobachtungen im österreichischen

2.1 Методы и сроки измерения, измерительные приборы

Гидрометрические службы в придунайских странах, обеспечивающие, кроме иного, также измерение температуры воды, исходят из приблизительно одинаковых предположений суточного хода температуры воды. Сроки измерения и используемые измерительные приборы отличаются только незначительно. Это, в сущности, калиброванные ртутные термометры с сосудом для наполнения водой. Термометр с помощью каната устанавливается обычно на представительном месте водомерного поста, на достаточной глубине, чтобы в сосуд попала измеряемая вода. Этой водой термометр окружен в течение отсчитывания состояния температуры и таким образом исключается влияние температуры воздуха. Время погружения термометра в воду должно обеспечить достаточную приспособляемость ртути состоянию температуры. После изъятия термометра следует отсчитать, как можно скорее, значение температуры с точностью до 0,1 °C. Измерение выполняется один раз в сутки всегда между 7 и 8 часами утра. В зимний период нужно следить за тем, чтобы термометр в результате длительного пребывания на морозном воздухе не перехладился и не покрылся слоем льда.

Одновременно с измерением температуры воды регистрируются также данные о некоторых метеорологических элементах (осадки, туман), или других явлениях (ледовые явления).

На немецком участке Дуная с самого начала измерений температура воды определяется вышеприведенным способом [Германия 1], и поэтому комплексы измерений с этой точки зрения однородны. Некоторые более новые станции оснащены термометрами на основе сопротивления для беспрерывной регистрации температуры, позволяющими зарегистрировать суточный ход, изменения в течение года и зависимость от расхода воды.

В австрийском исходном отчете [Австрия 4]

Abschnitt wurden zu anderen Terminen vorgenommen. Außerdem sind einige Meßstellen verlegt worden. Die Datenreihen können nicht als homogen bezeichnet werden.

Auf dem Gebiet der CSFR wurden die Temperaturmessungen, wie einleitend beschrieben, durchgeführt. Die Messungen finden um 7 Uhr morgens statt, nur an den Prognosestationen um 6 Uhr. Diese Termine wurden aufgrund einer umfangreichen Studie über die Tagesterminmessungen festgelegt.

Auch im ungarischen Donauabschnitt werden die Messungen um 7 Uhr morgens gleichzeitig mit der Wasserstandsablesung durchgeführt. Im Winter werden auch Eiserscheinungen und die Dicke der Eisdecke registriert. Das Gerät, die Vorgehensweise und die Meßgenauigkeit entsprechen dem oben angeführten Standard.

In Rumänien wird die Wassertemperatur an der Donau um 8 Uhr morgens und an den Zubringern um 7 und 17 Uhr gemessen. Eine Messung täglich ist an der Donau wegen der kleinen Tagesschwankungen und des großen, vom Temperaturwechsel betroffenen Wasservolumens als ausreichend anzusehen.

2.2 Stationsnetz

Für die vorliegende Ausarbeitung haben die einzelnen Donauländer die benötigten Daten ausgewählter Stationen zur Verfügung gestellt. Über die jeweilige Anzahl informiert Tabelle 1. Die Lage dieser Stationen geht aus den Abbildungen 1 und 2 hervor, während eine Übersicht in Tabelle 2 über wesentliche Kenndaten und die zugeordneten klimatologischen Stationen Auskunft gibt.

Im deutschen Donaugebiet wurden acht Temperaturreihen zur Verfügung gestellt. Die längste besteht in Schwabelweis seit dem Jahr 1928 (bis 1986 58 Jahre) und die kürzeste in Oberndorf seit dem Jahr 1973 (13 Jahre).

Bei vier Stationen des österreichischen Donauabschnitts gibt es Beobachtungen ab 1901, d. h. 85 Jahre. In Engelhartszell wurden diese in den Jahren 1941 bis 1949 unterbrochen. In der CSFR wird die Wassertemperatur der Donau an drei Stationen gemessen. Die ältesten Angaben in Bratislava entstammen dem Jahr 1925 (60 Jahre), weitere Messungen haben im Jahre 1947 in Komarno (38 Jahre) und die restlichen im Jahr 1952 in Gabčíkovo (34 Jahre) begonnen. An den Zubringern Morava, Vah und Hron gibt es Beobachtungen ab 1962 bzw. 1963 (24 bzw. 30 Jahre) und an der Ipel ab 1947 (39 Jahre).

не приводятся подробности о методе, приборе и сроке измерения. Высказано только возражение относительно неоднородности данных с точки зрения антропогенных вмешательств на Дунае, а также то, что более ранние наблюдения на австрийском участке относятся к другим срокам, чем в настоящее время, и изменились некоторые пункты измерений.

На территории ЧСФР измерения температуры проводятся так, как это описывается во введении к настоящей главе. Измерения проводятся в 7 часов утра, и только на прогнозных станциях в 6 часов утра. Избрание этих сроков проверено на основе обширного изучения об измерениях в определенные часы суток.

Также на венгерском участке Дуная измерения проводятся в 7 часов утра одновременно с отсчитыванием уровня воды. В зимний период регистрируются также ледовые явления и толщина ледового покрова. Прибор, порядок и точность измерений соответствуют вышеприведенному стандарту.

В Румынии температура воды Дуная изменяется в 8 часов утра и на притоках в 7 и 17 часов. Одно измерение на Дунае считается достаточным, в связи с небольшой амплитудой суточного колебания температуры и большим объемом воды, в котором происходит теплообмен.

2.2 Сеть станций наблюдений

Для анализа термического режима Дуная и его избранных притоков отдельные придонайские страны представили данные о станциях, количество которых содержится в табл. 1, размещение на водотоке на рис. 1 и 2. Таблица 2 содержит обзор основных характеристик и соответствующих климатологических станций.

На территории ФРГ проведена оценка измерений температуры на 8 станциях на Дунае и на одной на притоке Изар. Раньше всего проводились измерения в Швабельвайсе с 1928 года (до 1985 года это составляет 58 лет) и позже всего в Оберндорфе с 1973 года (13 лет). В четырех водомерных постах на австрийском участке Дуная наблюдения ведутся с 1901 года, т. е. 85 лет. В Энгельхартцелле измерения были прерваны в период 1941 – 1949 гг. В ЧСФР температура Дуная измеряется в трех водомерных постах. Наибо-

In Ungarn liegen Daten von Budapest und Dunauvaros ab 1945 (41 Jahre), Mohacs ab 1956 (36 Jahre) und Paks ab 1950 (30 Jahre) vor. Der jugoslawische Donauabschnitt wird mit Messungen an 4 Stationen ab 1946 bzw. 1953 repräsentiert, das sind 40 bzw. 33 Jahre. Auch an den Zubringern Tisa, Drava, Sava und V. Morava gibt es Beobachtungsreihen ab 1946. In den fünf bulgarischen Pegelprofilen Novo Selo, Lom, Svistov, Ruse und Silistra stehen Beobachtungsreihen der Wassertemperatur ab 1941 (45 Jahre) zur Verfügung. In Rumänien wurde an 3 Donaustationen – Drobeta-Turnu Severin, Giurgiu und Braila – ab 1954, also 32 Jahre, gemessen. An den Zubringern Jiu und Olt gibt es Daten ab 1963 (23 Jahre), von Arges ab 1955 (31 Jahre), von Jalomita ab 1967 (19 Jahre) und von Siret ab 1960 (26 Jahre).

Insgesamt wurden auf dem 2288,6 km langen Donauabschnitt Wassertemperaturmessungen an 31 Stationen durchgeführt. Von den Zubringern gehen die Informationen an 14 Stationen in die Untersuchung ein.

2.3 Temperaturcharakteristik

2.31 Auswertemethodik

Das Donaueinzugsgebiet lässt sich nach der geologischen und geographischen Struktur in 3 Teile gliedern.

Der obere Teil erstreckt sich von den Quellen im Schwarzwald bis zur Deviner Pforte. Für das Temperaturregime in diesem Teil des Einzugsgebiets sind das Alpenvorland und die überwiegend rechtsseitigen kalten Alpenzubringer maßgebend.

Der mittlere Teil erstreckt sich von der Deviner Pforte bis zum Eisernen Tor. Flächenmäßig ist dies der größte Anteil des Einzugsgebiets. Er wird im Norden und Osten durch den Bogen der Karpaten, im Westen und Süden durch die Karnischen und Julischen Alpen sowie das Dinar Gebirge umsäumt. Innerhalb dieses Gebirgsringes liegen die Mitteldonaebene und das Transylvanische Hochland.

Das untere Donaugebiet zwischen dem Eisernen Tor und der Mündung ins Schwarze Meer besteht zum großen Teil aus der Niederdonau ebene mit den daran anschließenden Gebirgszügen der Südkarpaten und der Stara Planina. Den nordöstlichen Teil bilden die zwischen den Ostkarpaten und der Bessarabischen Hochfläche ge-

lее ранние данные имеются в Братиславе с 1925 года (60 лет), дальнейшие измерения начались в 1947 году в Комарно (38 лет) и в 1952 году в Габчиково (34 года). На притоках Морава, Ваг и Грон начались наблюдения с 1962, или же 1963 г., т. е. 24 и 23 года и на р. Ипель с 1947 года, т. е. 39 лет. В Венгрии существуют данные с 1945 года на двух станциях (Будапешт и Дунауйварош – 41 год) и по одной с 1950 года (Мохач – 36 лет) и с 1956 года (Пакт – 30 лет). Югославский участок представлен измерениями на 4 станциях с 1946 и 1953 годов, т. е. соответственно 40 лет или 33 года. И на притоках Тиса, Драва, Сава и В. Морава имеется ряд наблюдений с 1946 года. На 5 болгарских станциях Ново Село, Лом, Свиштов, Руше и Силистра имеется 45-летний ряд наблюдений за температурой воды с 1941 года. В Румынии на Дунае ведутся наблюдения на 3 станциях – Дробета-Турну Северин, Джурджу и Браила с 1954 года, т. е. 32 года. На притоках Жиу и Олт имеются данные с 1963 года (23 года), на Арджеш с 1955 года (31 год), на Яломица с 1967 года (19 лет) и на Сирет с 1960 года (26 лет).

В общем на участке Дуная длиной в 2288,6 км были использованы измерения температуры воды на 31 станции и на притоках на 14 станциях.

2.3 Характеристика температур

2.31 Методика обработки данных

Бассейн Дуная в соответствии с геологической и географической структурой разделяется на 3 части.

Верхняя часть простирается от истока реки в Шварцвальде до так называемых Девинских ворот. Решающими факторами в этой части бассейна являются предгорье Альп и преобладающие правобережные холодные альпийские притоки.

Средняя часть располагается от Девинских ворот до Железных ворот. По площади это самая большая часть бассейна, окаймленная на севере дугой гор через Малые Карпаты до излома в Южных Карпатах вплоть до Балканских гор, на западе и юге – горным массивом Карнинских и Юльских Альп и горным массивом Динар. В середине этого горного окружения простирается Средне-

legenen Einzugsgebiete der Zubringer Siret und Prut.

In die Donau fließen sowohl Gewässer aus Hochgebirgen, Hochebenen, Talbecken als auch aus Tiefebenen. Der Charakter des Flusses wechselt deshalb zwischen dem eines Gebirgsgewässers und dem eines Flachlandflusses. Die Eigenheiten der einzelnen Teile des Donaueinzugsgebietes drücken dem Temperaturregime ihren Stempel auf.

Für die Charakterisierung des Temperaturregimes wurden die Mittelwerte der hydrologischen Jahre verwendet. Die täglichen Werte bewegen sich zwischen einem Minimum von 0°C und Maxima bis 23°C im Oberlauf, bis 26°C im Mittellauf und bis 27°C im Unterlauf. Entsprechend beträgt die Schwankungsbreite der Werte 23, 26 bzw. 27 K. Die Tagesmitteltemperaturen der Luft werden aus 3 Terminmessungen errechnet. Die Werte können von minimal -29°C bis maximal $+36^{\circ}\text{C}$ betragen. Damit ist die Schwankungsbreite der mittleren täglichen Lufttemperatur von 65 K fast dreimal so groß wie die der Wassertemperatur. Da die Wassertemperatur nach unten auf 0°C beschränkt ist, können Scheinanomalien der mittleren Jahrestemperaturen des Wassers und der Luft auftreten. Für den Vergleich sind deshalb Saisonwerte (z.B. Sommer-, Winterhalbjahr) aussagefähiger. Die Abweichungen der Einzeljahre vom langjährigen Mittel betragen sowohl bei der Luft- wie auch bei der Wassertemperatur 0,9 bis 2,5 K.

Die Ganglinien der mittleren jährlichen Wassertemperaturen der Donau und einiger ihrer Zubringer sind graphisch zusammen mit der Lufttemperatur in den Abbildungen 3a bis 3i dargestellt. Die listenmäßige Übersicht über die Wassertemperaturen für die Jahre 1956–1985 enthalten die Tabellen 3a bis 3d. Das Temperaturregime wird nicht nur durch den zeitlichen Verlauf, sondern auch durch die Entwicklung der Temperatur längs dem Fluß und durch den Vergleich einzelner Flußabschnitte sowie durch Beziehungen zu anderen hydrologischen und meteorologischen Größen charakterisiert. Die Grunddatenreihen wurden nach Standardverfahren statistisch bearbeitet.

Für alle Stationen mit Beobachtungsdaten im Zeitabschnitt 1956–1985 wurden die Dauerlinien der Wassertemperatur t_o (Abb. 4a, 4b), der Lufttemperatur t_a (Abb. 5a, 5b) und des Durchflusses Q (Abb. 6a, 6b, 6c) aufgestellt. Dies auch dann, wenn wegen anthropogener Eingriffe Inhomogenitäten zu vermuten waren.

дунайская низменность и Трансильванское плато.

Область нижнего Дуная между Железными воротами и устьем в Черное море состоит большей частью из Нижнедунайской низменности с прилегающими к ней горными массивами Южных Карпат и Старой Планины. Северо-восточную часть образуют бассейны притоков Сирет и Прут, лежащие между Восточными Карпатами и Молдавским плато.

В Дунай вливаются воды с высокогорных областей, горных равнин, котловин и низменностей. Поэтому река имеет переменный характер, который свойствен как горному потоку, так и низменной реке. Характерные черты и решающие факторы, действующие в отдельных частях бассейна Дуная, влияют также на его термический режим.

Для оценки термического режима использованы среднегодовые значения гидрологического года. Суточные значения находятся между минимумом 0°C и максимумом до 23°C в верхнем течении, вплоть до 26°C в среднем течении и до 27°C в нижнем течении. Диапазон колебания достигает значений 23, 26, или 27 K. Среднесуточная температура воздуха рассчитывается по трем временными измерениям. Значения могут достигать минимально -29°C и максимально $+36^{\circ}\text{C}$. Таким образом, диапазон колебания среднесуточных температур воздуха 65 K, что почти в три раза больше, чем у температуры воды. Так как температура воды ограничена 0°C , могут возникнуть мнимые аномалии среднегодовой температуры воды и воздуха. Поэтому сезонные значения (напр. летнее, зимнее полугодие) для сравнения имеют более высокую объясняющую способность. Отклонения в отдельные годы от долговременного среднего значения достигают как при температуре воздуха, так и воды, 0,9 – 2,5 K.

Временной ход среднегодовых температур воды Дуная и некоторых притоков графически изображен вместе с ходом температуры воздуха на рис. 3a – 3i. Обзор температуры воды за 30-летний период 1956 – 1985 гг. представлен в таб. 3a – 3g. Характеристика термического режима не выражается только времененным ходом температур, но и изменением температуры вдоль реки, взаимным сравнением на различных участках водотока и связью с другими гидрологическими и метеорологическими величинами. Ряды основ-

In einem weiteren Bearbeitungsschritt wurden Korrelationen zwischen der Wasser- und Lufttemperatur (Abb. 7a) und zwischen der Wassertemperatur und dem Durchfluß (Abb. 9a, 9b, 9c) für den Zeitabschnitt 1956–1985 aufgestellt.

In den untersuchten 30 Jahren wurden am Fluß verschiedene Eingriffe durchgeführt. Deswegen wurde dieser Zeitraum in drei Jahrzehnte unterteilt, für die jeweils Korrelationen zwischen t_o und t_a (Abb. 7b bis 7d) ermittelt wurden. Aus dem Vergleich der Stationen und der Berücksichtigung von Änderungen in den Beziehungen zwischen t_o und t_a wurde versucht, Zusammenhänge mit den angeführten Eingriffen herzustellen. Für die Stationen mit längeren Reihen erfolgte die Ermittlung von Korrelationen zwischen t_o und t_a bezüglich der 35-Jahresperioden 1941–1975 und 1951–1985 (Abb. 8a) und den 25-Jahresperioden 1941–1965, 1951–1975 und 1961–1985 (Abb. 8b).

Die Abhängigkeiten zwischen der Wassertemperatur und dem Durchfluß wurden für den Zeitabschnitt 1956–1985 und die Donaustrecken zwischen Ingolstadt – Deggendorf (Abb. 9a), Linz – Bogojevo (Abb. 9b) und Smederevo – Braila (Abb. 9c) ermittelt.

Aus den gleitenden Mittelwerten von Wasser- und Lufttemperatur wurde durch lineare Regression ein zeitlicher Trend bestimmt (Abb. 3a bis 3i, 10a bis 10c).

Es ist anzunehmen, daß die mittleren Wassertemperaturen in Fließrichtung vom Alpenvorland bis zum Mündungsdelta stetig zunehmen. Diese Erwartung kann aber durch 3 Faktoren gestört werden, und zwar durch kältere Temperaturen der Zubringer, durch Klimaänderungen und anthropogene Eingriffe. In den einzelnen Flußabschnitten kommen diese Faktoren auf unterschiedliche Art und Weise zur Geltung, und deshalb ist der zeitliche Verlauf der Temperatur innerhalb eines längeren Zeitabschnittes von der Temperaturentwicklung in Fließrichtung zu unterscheiden.

2.32 Obere Donau

Dieser Flußabschnitt deckt sich im wesentlichen mit dem deutschen und österreichischen Donauabschnitt. Die Wassertemperatur (t_o) an den Stationen von Ingolstadt bis Jochenstein ist im jährlichen Mittel stets höher als die Lufttemperatur (t_a). Diese Tatsache ist auch bei Vergleich der Dauerlinien von t_o und t_a in den Abbildungen 4a und 5a zu erkennen.

Die mittleren jährlichen Temperaturen des

ных данных были обработаны стандартными статистическими методами.

Для всех станций, на которых имелись наблюдения за период 1956 – 1985 гг., были построены кривые продолжительности температуры воды t_o (рис. 4а, 4б), температуры воздуха t_a (рис. 5а, 5б) и расхода Q (рис. 6а, 6б, 6в). А то и тогда, когда можно было предполагать неоднородность в результате антропогенных воздействий.

Дальнейшей группой обработки являются корреляционные зависимости между температурой воды и воздуха (рис. 7а) и температурой воды и расходом (9а, 9б и 9в) за период 1956–1985 гг.

В течение исследуемого 30-летнего периода на водотоке реализованы различные воздействия. Поэтому этот период был разделен на три десятилетия, для которых были опять построены корреляционные зависимости между t_o и t_a (рис. 7б – 7г). Их сравнение для отдельных станций определяет, какие изменения настают в зависимости t_o и t_a внутри 30-летия и позволяет искать связь с вышеприведенными воздействиями. На станциях с более длительным периодом наблюдений определены корреляционные зависимости между t_o и t_a и в другие периоды, а именно за 35-летие 1941 – 1975, и 1951 – 1985 гг. (рис. 8а) и 25-летие 1941 – 1965, 1951 – 1975 и 1961 – 1985 гг. (рис. 8б).

Корреляционная зависимость между температурой воды и расходом воды составлена для станций с наблюдениями за период 1956 – 1985, а то в 3 группах по расходу для Ингольштадта, Швабельвейса и Деггендорфа (рис. 9а), для станций от Линца до Богоево (рис. 9б) и от Смедерево до Браилы (рис. 9в).

По скользящим средним температуры воды и воздуха была определена линейной регрессией временная тенденция (рис. 3а – 3и, 10а – 10в).

Необходимо предполагать, что средняя температура воды вдоль водотока от альпийского предгорья до дельты постоянно повышается. Это ожидание могут нарушить 3 фактора, а именно, более низкая температура притоков, климатические изменения и антропогенные воздействия. На отдельных участках водотока эти факторы проявляются различным образом и в различной мере, и поэтому нужно различать временной ход температуры за более длительный период и развитие температуры в направлении течения.

Wassers t_o liegen zwischen 8,6 °C und 12,1 °C, die der Luft t_a zwischen 6,6 und 8,9 °C (Abb. 3a und 3b). Die höchsten Jahresmittelwerte t^o kamen in den Jahren 1976 und 1983, die niedrigsten zumeist im außerordentlich wasserreichen Jahr 1965 vor (Tab. 3a).

An den deutschen Stationen, die seit Beginn der 50er Jahre beobachtet werden, also wenigstens 30 bis 35 Beobachtungsjahre aufweisen (Ingolstadt, Regensburg bzw. Schwabelweis, Deggendorf und Passau), ist die Schwankung der Jahresmittelwerte der Wassertemperatur in dieser Periode annähernd gleich (2,5 bis 3,1 K) und nur um wenig höher als bei der Lufttemperatur (1,9 bis 2,5 K). Die Differenz zwischen dem Mittelwert der Wasser- und Lufttemperatur im gegebenen Jahr bewegt sich zwischen 0,9 und 3,5 K.

Die niedrigsten Wassertemperaturen längs dem Fluß werden in Ingolstadt und die höchsten in Passau gemessen. In den Jahren 1972 bis 1976 wurden die höchsten Jahresmittelwerte der Wassertemperatur in Schwabelweis registriert.

Nach einer Untersuchung von Deisenhofer [Deutschland 2] erhöht sich die Jahresmitteltemperatur entlang der 330 km langen Fließstrecke von Neu-Ulm bis Passau-Kachlet von 8,8 °C auf 11,1 °C, also um 2,3 K. Gleichzeitig verfünfacht sich das MQ von $125 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ in Neu-Ulm auf rund $640 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ in Passau. Dies macht deutlich, daß diese Temperaturzunahme als Summeneffekt aller im Einzugsgebiet auf die Wassertemperatur einwirkenden Prozesse, allen voran die Aufwärmung durch die Sonneneinstrahlung, verstanden werden muß. Die Temperaturabnahme zwischen Passau und Jochenstein von 11,1 auf 9,8 °C ist auf den Zufluß des im Mittel nur 8,6 °C warmen Inn zurückzuführen. Bei nahezu gleich großer Wasserführung von Donau und Inn ergibt sich in Jochenstein die zu erwartende Mitteltemperatur der beiden Flüsse.

Entsprechend dem großen Energieangebot erfolgt die Wassertemperaturzunahme mit wachsender Lauflänge vor allem in den Sommermonaten. Dies dokumentiert der Temperaturlängsschnitt im August. Zwischen Neu-Ulm und Passau wärmt sich die Donau um 4,2 K auf. Nahezu konstant bleibt hingegen die Februar temperatur. Die meist nur geringen Schwankungen sind durch die bereits erwähnten Temperaturunterschiede der Zuflüsse bedingt. Im übrigen zeigt der nahezu isotherme Verlauf, daß der Energieaustausch zwischen Wasser und Atmosphäre im Gleichgewicht verläuft.

An den österreichischen Stationen Linz, Stein-

2.32 Верхний Дунай

Этот участок реки, по существу, совпадает с немецким и австрийским Дунаем. Температура воды Дуная (t_o) от Ингольштадта до Йохенштейна в среднегодовых значениях всегда выше температуры воздуха (t_a). Это обстоятельство видно и на расположении кривых продолжительности t_o и t_a на рис. 4а и 5а. Абсолютные значения t_o колеблются от 8,6 до 12,1 °C, t_a – от 6,6 до 8,9 °C (рис. 3а, 3б). Самые высокие среднегодовые значения t_o были в 1976 и 1983 годах, самые низкие – в чрезвычайно водном 1965 году (табл. 3а). Для немецких станций с наблюдениями с начала 50-ых годов, т. е. таких, на которых имеются хотя бы 30 – 35-летние ряды данных (Ингольштадт, Регенсбург или же Швабельвейс, Деггендорф и Пассау), амплитуда годовых температур воды в этот период приблизительно одинаковая (2,5 – 3,1 K), и немного выше, чем у температуры воздуха (1,9 – 2,5 K). Разница между средним значением температуры воды и воздуха в данный год может составлять от 0,9 до 3,5 K. В отдельные годы температура воды вдоль реки самая низкая в Ингольштадте и самая высокая в Пассау, в 1972 – 1976 гг. самые высокие среднегодовые значения температуры воды зарегистрированы в Швабельвейсе.

Согласно исследованиям Дайсенхофера [Германия 2] в период 1981 – 1990 годов среднегодовая температура воды Дуная на участке длиной в 330 км от Ной-Ульма до Пассау-Кахлета повышалась с 8,8 °C до 11,1 °C, т. е. на 2,3 K. Одновременно в пять раз увеличился Q с $125,0 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ в Ной-Ульме до $640 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ в Пассау. Повышение температуры должно быть поэтому суммарным эффектом всех процессов, влияющих на температуру воды в бассейне, и прежде всего, нагревания в результате солнечной радиации. Понижение температуры воды между Пассау и Йохенштейном с 11,1 °C до 9,8 °C необходимо отнести к притоку Инн, температура которого в среднем только 8,6 °C. При почти равной водности Дуная и Инна получаем в Йохенштейне ожидаемую среднюю температуру обеих рек.

В соответствии с большим поступлением энергии, температура воды возрастает с ростом длины водотока, прежде всего, в летние месяцы. Температурный продольный профиль в августе (средний за период 1981 – 1990 гг.)

-Krems und Wien mit 85jährigen Reihen sowie in Engelhartszell sind die Wassertemperaturen t_o nicht eindeutig höher als die Lufttemperaturen t_a , wie dies stromauf der Fall ist. In Stein-Krems und in Wien gilt $t_o < t_a$. Die Werte für t_o schwanken zwischen 8,3 und 10,4 °C und für t_a zwischen 6,5 und 11,1 °C. Die höchsten Wassertemperaturen gab es in diesem Donauabschnitt in den Jahren 1971, 1976 und 1983. Besonders im Zeitraum der letzten 30 bis 35 Jahre ist die Schwankung der Jahresmittelwerte der Wassertemperatur an diesen Stationen kleiner (1,6 bis 1,7 K) auch im Vergleich zur Schwankung der Lufttemperatur (2,1 bis 3,5 K). Wesentlich hat sich auch die Differenz zwischen t_o und t_a während des Jahres geändert. Sie beträgt 0,0 bis 2,2 K in Engelhartszell und in Wien nur noch 0,0 bis 1,0 K.

Entlang des Flusses ab Engelhartszell bis Wien zeigt sich bis 1970 eine Zunahme der jährlichen Mittelwerte der Wassertemperaturen stromab. In Linz dagegen ist die Temperatur höher als erwartet. Interessant ist der Vergleich der Dauerlinien der mittleren jährlichen Wassertemperaturen (Abb. 4a) und der Beziehungen zur mittleren jährlichen Lufttemperatur (Abb. 7a) der deutschen und der österreichischen Stationen.

Im österreichischen Donauabschnitt sind die Temperaturen um 0,5 bis 1,0 K niedriger als im deutschen Abschnitt, wobei sich diese Differenz zwischen 1970 und 1984 örtlich sogar verdoppelt.

Die Korrelation zwischen t_o und t_a (Abb. 7a) zeigt, daß sich beim Anstieg der Lufttemperatur um 1 K die Wassertemperatur an den deutschen Stationen um 0,7 bis 0,8 K und an den österreichischen um 0,4 bis 0,5 K erhöht. An allen Stationen der oberen Donau hat die Wassertemperatur im Beobachtungszeitraum einen steigenden Trend (Abb. 3a, 3b, 10a). Dieser ist stärker ausgeprägt als bei der Lufttemperatur, die z. B. in Stein-Krems keinen und in Engelhartszell einen fallenden Trend aufweist. Die größte Steigerung gibt es in Passau, eine geringere in Deggendorf und Ingolstadt. Die kleinste langfristige Zunahme findet man in Linz. Nur in Wien ist der Trend von t_a ausgeprägter als der von t_o .

2.33 Mittlere Donau

Der Verlauf der mittleren jährlichen Temperaturen des Wassers und der Luft ist für diesen Donauabschnitt in den Abbildungen 3c, 3d, 3e, 3f und in der Tabelle 3b dargestellt. An den Stationen Bratislava, Gabčíkovo, Komarno und Budapest gibt es eine ähnliche Tendenz wie im öster-

регистрирует между Ной-Ульмом и Пассау согревание на 4,2 °C. Почти постоянной остается температура воды Дуная в феврале. Чаще всего только небольшое колебание обуславливается разницей температуры притоков. Почти изотермический ход указывает на то, что обмен энергии между водой и атмосферой происходит в равновесии.

На австрийских станциях Линц, Штайн-Кремс и Вена с 85-летним рядом наблюдений значения t_o не так однозначно выше t_a , как это было на вышеприведенном участке. Наоборот, особенно в Штайн-Кремсе и Вене действительно, главным образом, $t_o < t_a$. Значения t_o колеблются от 8,3 до 10 °C, а t_a от 6,5 до 11,1 °C. Самая высокая температура воды на этом участке Дуная была в 1971, 1976 и 1983 годах. В период других 30 – 35 лет амплитуда температуры воды на этих станциях ниже (1,6 – 1,7 K) и в сравнении с амплитудой температуры воздуха (2,1 – 3,5 K). Существенно изменилась также разница между t_o и t_a в течение года и составляет 0,0 – 2,2 K в Энгельхартсцелле и далее до Вены уже только 0,0 – 1,0 K.

Развитие температуры вдоль водотока приблизительно до 1970 года показывает, в принципе, нарастание среднегодовой температуры от Энгельхартсцелля до Вены. В Линце наблюдаются определенные различия – температура здесь выше, чем можно было бы ожидать в соответствии с очередностью вдоль реки. Интересно сравнение хода температуры на немецких и австрийских станциях, и по ходу кривых продолжительности (рис. 4a) и группировке кривых корреляционных зависимостей (рис. 7a). На австрийском участке Дуная температура ниже, чем на немецком участке на 0,5 – 1,0 K, причем с 1970 до 1984 года эта разница на некоторых местах повысилась даже в два раза.

Корреляционные зависимости между t_o и t_a на рис. 7a показывают, что при повышении температуры воздуха на 1 K температура воды повышается на немецких станциях на 0,7 – 0,8 K и на австрийских на 0,4 – 0,5 K. На всех станциях на Верхнем Дунае температура воды в наблюдаемый период имеет тенденцию к повышению (рис. 3a, 3b, 10a) и более выраженную, чем температура воздуха, которая, например, в Штайн-Кремсе не имеет тенденции к изменению, а в Энгельхартсцелле – тенденция к понижению. Самое высокое повышение наблюдается в Пассау, менее

reichischen Abschnitt. Es finden sich Jahre und Zeiträume, in denen die Wassertemperatur höher als die Lufttemperatur ist. Der umgekehrte Fall kommt ebenfalls vor. Dies wird durch die Dauerlinien t_o und t_a (Abb. 4a, 5a) und durch die Korrelationen (Abb. 7a) bestätigt.

Die Wassertemperatur hat sich von 9,0 auf 11,9 °C und die Lufttemperatur von 8,4 auf 12,1 °C erhöht. Die höchsten Werte von t_o traten wieder in den Jahren 1971, 1976 und 1983 auf, die niedrigsten im Jahre 1965.

Zwischen diesen Stationen differieren die Wassertemperaturen stromab ein wenig (<1 K). Dies gilt besonders für die Stationen von Bratislava bis Komarno (Tab. 3b). Die Wassertemperaturen t_o schwanken von Jahr zu Jahr um 1,5 bis 2,5 K, die Lufttemperaturen t_a um 1,9 bis 2,2 K; die Differenzen von t_o und t_a erreichen im Jahr bis 1,3 K.

Von Budapest bis Veliko Gradiste liegt t_o immer deutlich über t_a . An den höher gelegenen Stationen Dunaujvaros, Paks und Mohacs sind die Differenzen zwischen den jährlichen Mittelwerten von t_o und t_a wieder wesentlich größer als im Flußabschnitt stromaufwärts, wobei sich ab 1960 eine Tendenz zur Vergrößerung dieser Differenzen zeigt. Die Differenzen können Beträge bis zu 5 K annehmen. Die Werte der Wassertemperatur liegen zwischen 8,9 und 12,3 °C und die der Luft zwischen 6,0 und 11,2 °C.

An den niedriger gelegenen Stationen der mittleren Donau – Bezdan, Bogojevo, Smederevo und Veliko Gradiste – bleiben zwar die Werte von t_o über denen von t_a (0,0 bis 2,0 K), die Temperaturen sind im Vergleich mit dem vorigem Abschnitt aber höher (t_o : 9,4 bis 14,0 °C, t_a : 9,3 bis 12,6 °C). Die Schwankungsbreite von t_o beträgt im Zeitraum 1956 bis 1985 2,0 bis 3,5 K und bei t_a 2,6 bis 2,8 K.

Auch an den Stationen von Budapest bis Veliko Gradiste kommen die höchsten Jahresmittelwerte t_o in den Jahren 1971, 1976 und 1983 vor, die niedrigsten im Jahre 1965 bzw. 1956.

Längs dem Fluß zwischen Bratislava und Mohacs (ca. 422 km) nehmen die Temperaturen t_o in den einzelnen Jahren des Zeitabschnittes 1956–1985 (Tab. 3b) im allgemeinen zu, und zwar um 0,9 bis 2,6 K, das sind 0,0117 K/km für den höchsten Wert.

Zwischen Mohacs und Bezdan (21,4 km) nimmt in den Jahren 1968 bis 1978 die Temperatur um 0,8 K ab. Kalte Zubringer kommen hier nicht in Frage. Im Zeitabschnitt 1968–1978 gibt es auch in Bogojevo (79,5 km entfernt) um 0 bis 0,8 K nied-

в Деггендорфе и Ингольштадте. Самое низкое долговременное нарастание температуры в Линце. Только в Вене тенденция t_a более выраженная, чем тенденция t_o .

2.33 Средний Дунай

Изображение хода среднегодовых температур воды и воздуха на этом участке Дуная приводится на рис. 3в, 3г, 3д, 3е и в табл. 3б. На станциях Братислава, Габчиково, Комарно и Будапешт наблюдается подобная тенденция, как и на австрийском участке. Были такие годы и периоды, когда температура воды была выше температуры воздуха и наоборот. Это подтверждают и кривые продолжительности t_o и t_a (рис. 4а, 5а) и корреляционные зависимости на рис. 7а. Температура воды повысилась с 9,0 до 11,9 °C и температура воздуха с 8,4 до 12,1 °C. Самые высокие значения t_o были опять в 1971, 1976 и 1983 годах и самые низкие – в 1965 году. На этих станциях можно отметить небольшую разницу в значениях температуры воды (<1 K) при сравнении их вдоль реки, особенно для станций от Братиславы до Комарно (табл. 3б). Амплитуды тоже подобные (1,5 – 2,5 K для t_o и 1,9 – 2,2 K для t_a), а разницы по величинам t_o и t_a в течение года составляют не более 1,3 K.

От Будапешта до Велико Градиште четко $t_o > t_a$. В вышележащих станциях Дунауйварош, Пакш и Мохач разница между t_o и t_a в данном году опять существенно больше, чем на предыдущем участке и с 1960 года имеет тенденцию увеличиваться. Разница достигает вплоть до 5 K. Зона температуры воды лежит от 8,9 до 12,3 °C и воздуха от 6,0 до 11,2 °C.

На нижележащих станциях Среднего Дуная – Бездан, Богоево, Смедерево и Велико Градиште значения t_o остаются выше t_a , однако опять приближаются друг к другу до разницы, составляющей в отдельные годы 0,0 – 2,0 K. Температура по сравнению с вышележащим участком выше, а именно t_o от 9,4 до 14,0 °C и t_a от 9,3 до 12,6 °C. Амплитуда в период 1956 – 1985 гг. составляет для t_o 2,0 – 3,5 K и для t_a 2,6 – 2,8 K.

И на станциях от Будапешта до В. Градиште самые высокие среднегодовые значения t_o в 1971, 1976 и 1983 годах, самые низкие в 1965 и 1956 г.

Вниз по реке между Братиславой и Мохачом (около 422 км) температура t_o в отдельные

rigere Temperaturen als in Mohacs. Stromabwärts von Bezdán nehmen die Temperaturen wieder zu, aber mit einem kleineren Gradienten als zwischen Bratislava und Mohacs (0,0044 K/km als größte Zunahme). Auf dem 366 km langen Abschnitt bis Veliko Gradiste gab es die größte Zunahme (1,6 K) im Jahre 1958.

Die langfristigen Trends der Wassertemperaturen sind an den einzelnen Stationen unterschiedlich (Abb. 3c bis 3f, 10b). In Bratislava gibt es eine wenig markante (9,7–9,9 °C), in Gabčíkovo eine ausgeprägtere Zunahme (9,6–10,5 °C) und in Komarno eine Abnahme (10,4–10,2 °C). Die Lufttemperaturen nehmen in Bratislava, Komarno und in Gabčíkovo zu. Von Budapest bis Bogojevo nehmen die Wassertemperaturen im Zeitabschnitt 1946–1985 mit unterschiedlicher Intensität zu, die Lufttemperaturen ab. In Smederevo hat auch die Wassertemperatur einen sinkenden Trend.

2.34 Untere Donau

Auch auf diesem Abschnitt übersteigen die mittleren jährlichen Temperaturen des Wassers die der Luft, und zwar im Regelfall um etwa 1,5 K herum, lediglich in Ausnahmen betragen die Differenzen bis zu 3,0 K (Abb. 3g, 3h, 3i, Tab. 3c). Die Absolutwerte der mittleren jährlichen Temperatur des Wassers bewegen sich zwischen 10,7 und 13,5 °C und die der Luft zwischen 9,2 und 13,4 °C. Die höchsten jährlichen Mittelwerte t_o sind in den Jahren 1961, 1977 und 1983, die niedrigsten überwiegend im Jahre 1956 zu finden. Die Werte der Wassertemperaturen schwanken im Untersuchungszeitraum von Jahr zu Jahr um 1,8 bis 2,6 K und die der Lufttemperatur um 2,0 bis 2,9 K.

Die Wassertemperaturen längs der unteren Donau haben keinen eindeutigen Trend. Nach Tabelle 3c gibt es eine Temperaturzunahme um 0,1 bis 1,2 K zwischen Drobeta-Turnu Severin und Novo Selo (97,4 km) (16 % der Fälle weisen jedoch eine Abnahme bis 0,7 K auf).

Auf dem weiteren ca. 90 km langen Abschnitt bis Lom tritt eine Temperaturzunahme von 0,1 bis 0,8 K auf (in 43 % der Fälle keine Änderung oder Abnahme). Auf dem beinahe gleich langen Abschnitt bis Svistov kann man eine Temperaturzunahme um 0,1 bis 1,5 K feststellen (in 10 % der Fälle gibt es eine Abnahme oder keine Änderungen). Eine Zunahme von 0,1 bis 0,4 K findet man von Svistov bis Ruse (58,7 km – 40 % Abnahme und ohne Änderung). Zwischen Ruse und Silistra (377,6 km) nimmt die Temperatur in der Hälfte

jahre des Perioden 1956 – 1985 gg. (табл. 3б) по существу возрастает, а именно на 0,9 – 2,6 K, т. е. 0,0117 K/1km для самого высокого значения. Между Мохачом и Безданом (21,4 km) наблюдается понижение, особенно в период 1968 – 1978 gg., а именно до 0,8 K, несмотря на то, что на этом участке нет притоков, которые могли бы вызвать эту ситуацию. В период 1968 – 1978 годов и в Богоево (расположенном на расстоянии 79,5 km) температура на 0 – 0,8 K ниже, чем в Мохаче. От Бездана температура вдоль по течению опять нарастает хотя и с меньшим градиентом, чем между Братиславой и Мохачом (0,0044 K/1 km для самого высокого значения). После В. Градиште, т. е. на участке длиной в 366 km самое высокое нарастание (1,6 K) в 1958 году.

Долгосрочные тенденции (в развитии температуры воды) на отдельных станциях различные (рис. 3в – 3е, 10б). В Братиславе тенденция нарастания мало выраженная (9,7 – 9,9 °C), в Габчиково более выраженная (9,6 – 10,5 °C) и в Комарно – тенденция к понижению (10,4 – 10,2 °C). Температура воздуха в Братиславе и Комарно имеет тенденцию к понижению, а в Габчиково – к повышению. Од Будапешта до Богоево температура воды в период наблюдений 1946 – 1985 gg. с различной интенсивностью возрастает, причем температура воздуха понижается. В Смедерево и температура воды имеет тенденцию к понижению.

2.34 Нижний Дунай

И на этом участке реки среднегодовая температура воды превышает температуру воздуха приблизительно на 1,5 K, исключение представляют только некоторые годы на станции Браила, где разница составляет даже 3,0 K (рис. 3ж, 3з, 3и, табл. 3в). Абсолютные значения среднегодовой температуры воды составляют от 10,7 до 13,5 °C, а воздуха – от 9,2 до 13,4 °C. Самые высокие среднегодовые значения t_o были в 1961, 1977 и 1983 gg., самые низкие, главным образом, в 1956 году. Амплитуда температуры воды в исследуемый 30-летний период составляет 1,8 – 2,6 K, а температуры воздуха 2,0 – 2,9 K.

Температура воды вдоль Нижнего Дуная не имеет однозначную тенденцию. Согласно табл. 3в между Дробета-Турну Северин и Ново Село (97,4 km) нарастание температуры на

der Fälle zu, maximal um 0,5 K, aber besonders in den letzten Jahren gibt es leichte Abnahmen von 0,1 K. Auf dem letzten Abschnitt zwischen Silistra und Braila (169,7 km) beträgt die Temperaturabnahme 0,1 bis 1,5 K (in 23 % gibt es keine Änderung oder eine Zunahme von 0,1 bis 0,3 K). Diese Änderungen sind auch aus der gegenseitigen Lage der Dauerlinien t_o an den einzelnen Stationen sichtbar (Abb. 4a).

Unter Verwendung der Stationen Ingolstadt, Schwabelweis, Deggendorf und Silistra, Ruse und Braila zeigt der Vergleich zwischen oberer und unterer Donau, daß die mittlere jährliche Wassertemperatur bis zum Jahre 1970 um ca. 3 K zunimmt. In den Jahren 1970 bis 1978 ist die Zunahme schwächer. Im Jahr 1973 wurden in Deggendorf $t_o = 10,7^{\circ}\text{C}$ und in Braila $10,8^{\circ}\text{C}$ ermittelt, obwohl die Wassertemperaturen in dem dazwischenliegenden Abschnitt von Mohacs bis Silistra nicht unter 11°C absanken.

Die Trends der Wassertemperaturen an der unteren Donau sind je nach Abschnitt unterschiedlich (Abb. 3g und 3i). Einen steigenden Trend haben Svistov, Ruse und Silistra, keinen Trend weist Drobata-Turnu Severin auf und einen sinkenden Trend haben die Stationen Novo Selo, Lom und Braila. Außer in Svistov und Giurgiu gibt es an allen übrigen Stationen einen übereinstimmenden Verlauf der Lufttemperaturen.

2.35 Zubringer

Auf das Temperaturregime der oberen Donau haben die kalten Alpenzubringer einen entscheidenden Einfluß. Daten über Wassertemperaturen standen von der Isar zur Verfügung, und zwar von der Station Landshut (78,3 km – Tab. 3d, Abb. 3a). Die Temperaturen schwanken um 2,6 K zwischen 8,4 und $11,0^{\circ}\text{C}$.

Die Höchstwerte kamen im Jahr 1983 bzw. 1972 vor und die niedrigsten – wie im ganzen oberen Donauabschnitt – im Jahr 1965. Die Beziehung zur Lufttemperatur konnte wegen fehlender Unterlagen nicht abgeleitet werden. Zum Vergleich der Temperaturänderungen längs dem Fluß wurden lückenhafte Angaben von der stromaufwärts liegenden Station Lengries verwendet. Es ist festzustellen, daß die Temperatur flußabwärts stets eine Zunahme aufweist, die zwischen 1,6 (1965) und 4,0 K (1972, 1981, 1983) liegt.

Im Einzugsgebiet der mittleren Donau läßt sich das Temperaturregime der linksseitigen Zubringer Morava (Mündung in km 1880 der Donau), Vah (km 1760), Hron (km 1716) und Ipel

0,1 – 1,2 K (in 16 % случаев наблюдается понижение до 0,7 K). На следующем участке длиной приблизительно в 90 км до станции Лом нарастание температуры от 0,1 до 0,8 K (в 43 % случаев без перемен или понижение). На почти одинаковом участке до Свиштова нарастание температуры на 0,1 – 1,5 K (в 10 % случаев понижение и без перемен). Нарастание на 0,1 – 0,4 K наблюдается от Свиштова до Рузе (58,7 км – 40 % понижение и без перемен). Между Рузе и Силистрой (377,6 км) в половине случаев температура нарастает не более чем на 0,5 K, но особенно в последние годы разница – 0,1 K. На последнем участке (169,7 км) между станциями Силистра и Браила понижение температуры на 0,1 – 1,5 K (23 % случаев без перемен или нарастание на 0,1 – 0,3 K). Эти изменения несомненны и на взаимном расположении кривых продолжительности t_o на отдельных станциях (рис. 4a).

Сравнение температуры в верхнем и нижнем течениях Дуная (с использованием станций Ингольштадт, Швабельвейс, Деггендорф и Силистра, Рузе и Браила) по ходу среднегодовых значений t_o указывает в отдельные годы на нарастание около 3 K до 1970 года. В 1970 – 1978 гг. разница уменьшается, даже в 1973 году в Деггендорфе $t_o = 10,7^{\circ}\text{C}$, а в Браиле $10,8^{\circ}\text{C}$, несмотря на то, что от Мохача до Силистры температура не понизилась ниже 11°C .

Тенденции развития температуры на Нижнем Дунае в разных частях различные (рис. 3ж и 3и). Возрастающую тенденцию имеет Свиштов, Рузе и Силистра, ход t_o в Дробета-Турну Северин – без перемен и на станциях Ново Село, Лом, Джурджу и Браила – тенденция к понижению. Кроме Свиштова и Джурджу, остальные станции имеют соответствующую тенденцию и в температуре воздуха.

2.35 Притоки

На Верхнем Дунае решающее влияние на его термический режим оказывают холодные альпийские притоки. В наличии были только данные о температуре воды реки Изар. Были обработаны t_o на станции Ландсхут (78,3 км, табл. 3г, рис. 3а). Температура изменялась от 8,4 до $11,0^{\circ}\text{C}$. Амплитуда составляет 2,6 K. Самая высокая температура была в 1983 и 1972 гг. и самая низкая, так же как на всем Верхнем Дунае – в 1965 году. Отношение к температуре

(km 1708), auf dem österreichisch-tschechoslowakischen und auf dem tschechoslowakisch-ungarischen Abschnitt, wie auch der linksseitigen Tisza (km 1215) und rechtsseitigen Drava (km 1384), Sava (km 1171) und V. Morava (km 1103) auf dem jugoslawischen Abschnitt beurteilen. Von diesen Flüssen stehen für die Analyse Angaben von jeweils einer Station zur Verfügung. Eine Betrachtung der Temperaturentwicklung längs der Zubringer ist damit nicht möglich. Außerdem sind die Stationen von der Mündung in die Donau 40 km und mehr entfernt. Es lassen sich somit keine unmittelbaren Aussagen über den Einfluß auf die Wassertemperatur der Donau machen.

Die Zubringer Morava, Vah, Hron und Ipel entspringen in Berggebieten, was sich in ihren Temperaturen bemerkbar macht. Trotzdem ist aber die Morava als der wärmste Donauzubringer auf dem Abschnitt zwischen Devin und Sturovo anzusehen.

In der Beobachtungsperiode betragen die mittleren Jahrestemperaturen an der Station Moravsky Jan (km 67,6 – Tab. 3d) 9,4 bis 11,4 °C, die Schwankungsbreite 2,0 K. Die Lufttemperaturen waren immer niedriger als die des Wassers und schwankten zwischen 8,1 und 10,4 °C um 2,3 K. In der Morava wird das Temperaturregime durch den Betrieb eines Wärmekraftwerks mit Durchlaufkühlung beeinflußt. In der Vah an der Station Sala (km 58,5 – Tab. 3d, Abb. 3c) liegen die Wassertemperaturen zwischen 8,5 und 10,7 °C (Schwankung 2,2 K). Dabei erreichte die Wassertemperatur oftmals um 0,1 bis 1,2 K höhere Werte als die Lufttemperatur.

Beide Größen (t_o sowie t_a) weisen einen steigenden Trend auf, wobei dieser bei der Wassertemperatur ausgeprägter ist. Die Wassertemperatur in der Vah wird durch den Betrieb von Wasserkraftwerken beeinflußt. Am Zubringer Hron an der Station Brehy (km 102,5) ändern sich die Wassertemperaturen zwischen 7,4 und 9,7 °C (Schwankungsbreite 2,3 K), die Lufttemperaturen zwischen 7,2 und 9,2 °C (2,0 K). Diese sind meistens um 0,3 bis 1,4 K niedriger als im Wasser.

Die längste Beobachtungsreihe gibt es am Zubringer Ipel an der Station Ipelsky Sokolec (km 42,9 – Tab. 3d, Abb. 3c). Die Jahresmittelwerte der Wassertemperaturen betragen hier 7,9 bis 10,9 °C (Schwankungsbreite 2,0 K) und die der Lufttemperatur 8,0 bis 10,4 °C (2,4 K). In der 33-jährigen Reihe überschreitet die Wassertemperatur t_o die Lufttemperatur t_a in 16 Jahren um 0,1 bis 2,0 K, in den übrigen 17 Jahren ist sie um

воздуха нельзя было выразить, так как отсутствовали необходимые данные. При сравнении температурных изменений вдоль водотока были использованы некомплектные данные вышеприведенной станции Ленггрис. Было обнаружено, что нарастание температуры изменяется в отдельные годы в интервале значений 1,6 K (1965 г.) – 4,0 K (1972, 1981, 1983 годы).

В среднем течении Дуная можно провести оценку термического режима левосторонних притоков Морава (устье на 1880,0 км Дуная), Ваг (1760 км) Грон (1716 км) и Ипель (1708 км) на австрийско-чехо- словацком и чехо- словацко-венгерском участке Дуная, как и левосторонняя Тиса (1215 км) и правосторонняя Драва (1384 км), Сава (1171 км) и В. Морава (1103 км) на югославском участке. По каждому из этих притоков для анализа имеются в распоряжении данные только из одного водомерного поста, что не позволяет проследить за характеристикой температуры вдоль притоков. Кроме того, водомерные посты расположены в 40 и более километрах от впадения этих рек в Дунай и температура, наблюдаемая на них, не отражает непосредственное влияние притоков на температуру воды в Дунае.

Притоки Морава, Ваг, Грон и Ипель берут свое начало в горных областях, особенно Ваг и Грон, что проявляется и на их термическом режиме. В общем, Морава считается, однако, самым теплым притоком Дуная на территории между Девином и Штурово. На станции Мор. Ян (на 67,6 км – табл. 3г) в период наблюдений среднегодовая температура воды была от 9,4 до 11,4 °C. Амплитуда составляет 2,0 K. Температура воздуха всегда была ниже температуры воды и изменялась в интервале 8,1 – 10,4 °C; амплитуда составляет 2,3 K. На термический режим р. Моравы влияет электростанция с проточным охлаждением. На реке Ваг на станции Шаля (на 58,5 км – табл. 3г, рис. 3в) температура воды изменилась в интервале 8,5 – 10,7 °C (амплитуда 2,2 K), а температура воздуха от 8,4 до 10,4 °C (амплитуда 2,0 K). Несмотря на то, что эти интервалы весьма близки, в отдельные годы наблюдений температура воды чаще была более высокой, чем воздуха, а именно на 0,1 – 1,2 K. Обе величины (t_o и t_a) имеют тенденцию к повышению, причем у температуры воды она более выраженная. На температуру воды р. Ваг влияет каскад водохранилищ

0,2 bis 2,0 K niedriger. Dies wird durch den Vergleich der Dauerlinien t_o und t_a (Abb. 4b und 5b) bestätigt. Dem Verlauf der Dauerlinie t_o (Abb. 4b) nach ist die Ipel ein kälterer Zubringer als die Isar und mit keiner der benachbarten Stationen an der Donau vergleichbar. Der langfristige Trend der Temperaturen ist sinkend, bei der Wassertemperatur 1,5 K in 38 Jahren. Das Auftreten extremer Jahresmittelwerte an diesen Zubringern ist unterschiedlich (Tab. 3d).

An den jugoslawischen Zubringern gibt es Werte der Wassertemperatur ab 1946. 324 km unterhalb der Ipel mündet rechtsseitig die Drava. Ihre Temperaturen liegen bei Donji Miholjac (km 74,6 – Abb. 3f, Tab. 3d) im Jahresmittel zwischen 9,5 und 12,0 °C. Der linksseitige Nebenfluss Tisza weist bei Senta (km 122,0 – Abb. 3f, Tab. 3d) Temperaturen von 10,8 bis 13,2 °C auf. Weitere rechtsseitige Zubringen sind die Sava, deren Temperaturen bei Sremska Mitrovica (km 136,0 – Abb. 3f, Tab. 3d) sich zwischen 11,9 und 13,5 °C bewegen und die V. Morava mit Temperaturen bei Ljubicevskij Most (km 39,9, Abb. 3f, Tab. 3d) zwischen 10,3 und 13,9 °C.

Temperaturvergleiche lassen sich anhand der Dauerlinien von t_o (Abb. 4b) anstellen. Danach ist der kühleste Zubringer die Drava, deren Temperaturen dem des Donauwassers in Paks (ca. 150 km stromaufwärts von ihrer Mündung) nahekommen. Wärmer ist die Tisza (ihre Temperaturdauerlinie entspricht der Donau in Drobeta-Turnu Severin – ca. 285 km stromabwärts von ihrer Mündung) und der wärmste Zubringer ist die Sava (der Donau in Svistovo oder Giurgiu vergleichbar, mehr als 600 km von ihrer Mündung). Die Wassertemperaturen der V. Morava liegen nahe bei denen der Sava. Wenn man die Dauerlinien t_o mit denjenigen von t_a (Abb. 4b und 5b) für Ipel und Drava vergleicht, sind diese Linien fast identisch; für die Tisza und Sava liegen dagegen die mittleren jährlichen Wassertemperaturen um 1,0 bis 1,5 K höher als die Lufttemperaturen. Der Temperaturverlauf in Abbildung 3f bestätigt dies. Extreme Jahresmittelwerte dagegen lassen keine eindeutigen Rückschlüsse auf unterschiedliche Bedingungen in den Quellgebieten und dem übrigen Einzugsgebiet zu. Die höchsten Werte treten überwiegend Anfang der 60er Jahre und die niedrigsten Ende der 70er auf.

Was die langfristige Entwicklung betrifft, hat die Wassertemperatur in der Drava (Abb. 3f) einen der Lufttemperatur gegenläufigen, steigenden Trend (die Lufttemperatur sinkt). An der Tisza ist die Wassertemperaturrentwicklung trotz ebenfalls

mit energetischen Verlusten. Auf der Prithode Gron na station Brge (na 102 km – tabl. 3g) temperature water changes from 7,4 to 9,7 °C (amplitude 2,3 K), a corresponding temperature air from 7,2 to 9,2 °C (amplitude 2,0 K) and even lower than water temperature at 0,3 – 1,4 K. Earlier all observations began on river Ipel on station Ipel'skiy Sokol'ec (na 42,9 km – tabl. 3g, fig. 3v). Annual temperature water from 7,9 to 10,9 °C (amplitude 2,0 K) and air 8,0 – 10,4 °C (amplitude 2,4 K). For 33-year period of observations 16 years temperature t_a higher than t_o at 0,1 – 2,0 K and remaining 17 years lower than 0,2 – 2,0 K. This is confirmed by comparison of curves of duration t_o and t_a on fig. 4b and 5b. According to the course of curve of duration t_o (fig. 4b), Ipel is more cold tributary than Isar, and it can not be compared with any of the neighboring stations on Danube. Long-term trend of temperature to decrease, especially water temperature (1,5 K over 38 years). Appearance of extreme annual values on these tributaries is different (tabl. 3g).

On Yugoslav tributaries observations are made on water temperature since 1946. At distance of 324 km from river Ipel enters right bank of Danube Drava. Its temperature in water meter post Donji Miholjac (at 74,6 km – fig. 3e, tabl. 3g) in annual values from 9,5 to 12 °C. Tisza on left bank has temperature in water meter post Senta (at 122,0 km – fig. 3e, tabl. 3d) from 10,8 to 13,2 °C. Other right bank tributaries are Sava, whose temperatures at Sremska Mitrovica (at 136,0 km – fig. 3e, tabl. 3d) fluctuate between 11,9 and 13,5 °C, and V. Morava with temperatures at Ljubicevskij Most (at 39,9 km – fig. 3e, tabl. 3d) between 10,3 and 13,9 °C. Comparative analysis of duration t_o (fig. 4b) shows that Drava is the coldest tributary, whose temperatures are close to those of Danube in Pakse (about 150 km upstream from its mouth). Warmer is Tisza (its temperature duration corresponds to Danube in Drobeta-Turnu Severin – about 285 km downstream from its mouth) and the warmest tributary is Sava (Danube in Svistovo or Giurgiu – more than 600 km downstream from its mouth). Water temperatures of V. Morava are close to those of Sava. When comparing duration t_o with t_a (fig. 4b and 5b) for Ipel and Drava, these lines are almost identical; for Tisza and Sava the middle annual water temperatures are 1,0 to 1,5 K higher than air temperatures. The temperature course in Fig. 3f confirms this. Extreme annual values, however, do not allow drawing definite conclusions about different conditions in the source areas and the rest of the catchment area. The highest values occur predominantly at the beginning of the 60s and the lowest at the end of the 70s.

abnehmender Lufttemperaturen trendfrei. An der Sava und V. Morava gehen die Wasser- und Lufttemperaturen gleichermaßen zurück.

Für die Zubringer an der unteren Donau wurden die Temperaturen an den linksseitigen rumänischen Zuflüssen Jiu (Mündung in die Donau bei km 692), Olt (km 604), Arges (km 432), Jalomita (km 244) und Siret (km 155) ausgewertet (Tab. 3d, Abb. 3i). Die Beobachtungen der Wassertemperaturen begannen in den Jahren 1951–1955 bzw. 1962–1963, wurden aber in den Jahren 1969 bis 1973 wieder unterbrochen, so daß nur eine durchgehende Meßreihe von 13 Jahren besteht.

Die mittleren jährlichen Wassertemperaturen im Fluß Jiu bei Zevalu (km 7,4) betragen im Beobachtungszeitraum 12,0 bis 14,1 °C (Schwankungsbreite 2,1 K); dies ist um 1,1 bis 3,5 K mehr als beim Jahresmittel der Lufttemperaturen. Der Jiu ist an dieser Stelle um 0,1 bis 1,9 K wärmer als die Donau an der Station Lom (ca. 50 km über ihrer Mündung). In der Olt bei Isbichen (km 6,0) bewegen sich die Temperaturen zwischen 11,2 und 13,3 °C (Schwankungsbreite 2,1 K) und um 0,1 bis 1,3 K über der Lufttemperatur. Der Zubringer Olt ist dagegen um 0,1 bis 1,8 K kälter als die Donau an der Station Svistov, die 50 km stromabwärts von der Mündung liegt. In der Arges bei Budesti (km 31,0) bewegen sich die Temperaturen zwischen 9,9 und 13,2 °C (Schwankungsbreite 3,3 K). Sie sind damit um 0,3 bis 3,5 K höher als die Lufttemperatur. Wenn man ihren Verlauf mit den Donautemperaturen in den nahe gelegenen Stationen Giurgiu und Silistra vergleicht, kann man feststellen, daß die Arges um 0,1 bis 2,1 K wärmer ist als das Wasser bei den erwähnten Stationen, die in annähernd gleicher Entfernung von der Argesmündung liegen.

An der Station Slobozia (km 77,0) liegen die Temperaturen der Jalomita im Jahresmittel bei 11,4 bis 13,6 °C (Schwankungsbreite 2,2 K), 0,1 bis 2,6 K höher als die Lufttemperatur. Die Jalomita ist um 0,1 bis 1,1 K kälter als die Donau an der oberhalb liegenden Station Silistra (km 131,0); sie ist aber meist um 0,1 bis 1,0 K wärmer als die Donau an der Station Braila (ca. 75 km unter ihrer Mündung). An dem Zubringer Siret (Station Lungoci, km 74) bewegt sich die Wassertemperatur zwischen 9,3 und 12,4 °C (Schwankungsbreite 3,1 K), um 0,1 bis 1,6 K über der Lufttemperatur. Die Siret ist um 0,1 bis 2,8 K kälter als die Donau in Braila (ca. 15 km stromaufwärts von der Mündung). Ein Vergleich der Wassertemperaturen von Jalomita und Siret muß die

продолжительности t_o и t_a (рис. 4б и 5б) для притоков Ипель и Драва, их кривые почти тождественны; для притоков Тиса и Драва температура воды по среднегодовым значениям на 1 – 1,5 К выше температуры воздуха, что подтверждает также ход температур на рис. 3е. Экстремальные среднегодовые значения температуры воды опять не имеют однозначный характер, что отражает различные условия в источниковской области и во всем бассейне притоков. Самые высокие значения чаще всего возникали в начале 60-ых годов и самые низкие – в конце 70-ых годов.

Что касается долговременного развития температура Дравы (рис. 3е) имеет тенденцию к повышению (несмотря на то, что температура воздуха понижается). В Тисе температура t_o не изменяется (около 12 °C), температура воздуха опять понижается. Температура Савы и Моравы понижается, так же как соответствующая температура воздуха.

По притокам на Нижнем Дунае имеются данные о термическом режиме на левосторонних румынских притоках Жиу (устье на 692,0 км Дуная), Олт (604,0 км), Арджеш (432,0), Яломица (244,0 км) и Сирет (155,0 км) – табл. 3г, рис. 3и. Наблюдения за температурой воды начались в 1951 – 1955 гг., и 1962 – 1963 гг., но в период 1969 – 1973 гг. они были прерваны, поэтому непрерывный ряд наблюдений чаще всего не более 13 лет.

Среднегодовая температура воды на р. Жиу в водомерном посту Зевалу (на 7,4 км) в период наблюдений 12,0 – 14,1 °C (амплитуда 2,1 K), что на 1,1 – 3,5 K больше, чем среднегодовая температура воздуха. Жиу на этом месте на 0,1 – 1,9 K теплее, чем Дунай на станции Лом, расположенной на расстоянии около 50 км над ее устьем. На р. Олт на станции Исбичень (на 6,0 км) температура воды от 11,2 до 13,3 °C (амплитуда 2,1 K), а это на 0,1 – 1,3 K больше, чем температура воздуха. Приток Олт наоборот на 0,1 – 1,8 K холодней, чем Дунай на станции Свиштов, находящейся на расстоянии около 50 км от устья вдоль реки. На притоке Арджеш на станции Будешть (на 31 км) температура воды от 9,9 до 13,2 °C (амплитуда 3,3 K), а это на 0,3 – 3,5 K больше температуры воздуха. Если сравнить ход t_o в Арджеш с температурой воды в Дунае на ближайших станциях Джурджу и Силистра, констатируем, что Арджеш чаще всего теплее на 0,1 – 2,1 K, чем Дунай на обеих

große Entfernung der Stationen von der Mündung berücksichtigen. Aus dem Vergleich der Wassertemperaturen der rumänischen Zubringer (sie entspringen in den Karpaten) mit der Donau läßt sich ableiten, daß die das Temperaturregime prägenden Eigenheiten des Einzugsgebietes von der anthropogenen Tätigkeit an diesen Zubringern (Wasser und Wärmekraftwerke, Talsperren) mehr oder weniger überdeckt werden.

Ein Vergleich der Temperaturdauerlinien, die Ableitung von Korrelationen zwischen Luft- und Wassertemperaturen und die Berechnung gleitender Mittelwerte sowie des Trends sind nicht möglich, da keine ununterbrochenen Beobachtungsreihen vorliegen.

2.4 Temperaturregimeänderungen nach Eingriffen

Die Flußregulierungen, der Wasserkraftausbau, der damit zusammenhängende oder aus anderen Gründen vorgenommene Bau von Wasserspeichern und der Zustrom warmen Abwassers aus Kommunen, Industrie und Energieerzeugung nehmen Einfluß auf das Temperatur- und das Eisregime. Wie dieser Einfluß in den einzelnen Donaustaten bewertet wird, wird im weiteren ausgeführt.

Der Wasserkraftausbau wirkt generell auf das Flußtemperaturregime ein. Die damit verbundene Vergrößerung der Wasserfläche, -tiefe, des Durchflusses, wie auch die Herabsetzung der Fließgeschwindigkeit, beeinflussen den Wärmeaustausch zwischen der Atmosphäre und dem Wasser. Bei hohen Lufttemperaturen begünstigt dies die Erwärmung, bei niedrigen Temperaturen die Abkühlung. Bei $t_a < 0^\circ\text{C}$ bildet sich rasch eine durchgehende Eisdecke aus, die dann, vor allem wenn sie mit Schnee bedeckt ist, eine weitere Abkühlung verhindert.

Der Vollständigkeit halber ist darauf hinzuweisen, daß die Flußregulierungen der Donau im vorigen Jahrhundert bereits das natürliche Wassertemperaturregime verändert haben, vermutlich aber nur in sehr geringem Umfang. Durch die Verkürzung der Lauflänge, Minderung der Wasserspiegelbreite, Vergrößerung der Wassertiefe und Erhöhung der Fließgeschwindigkeit wird nämlich der Wärmeaustausch zwischen Wasser und Atmosphäre vermindert. Ihr Einfluß auf die Wassertemperatur ist damit den Auswirkungen des Stufenausbaus entgegengesetzt. Eine Überprüfung ist nicht möglich, da vor der Flußre-

upomianutých станциях, находящихся на приблизительно одинаковом расстоянии от устья Арджеш. На станции Слобозия (на 77,0 км) температура воды на притоке Яломица в среднегодовых значениях от 11,4 до 13,6 °C (амплитуда 2,2 K) а это на 0,1 – 2,6 K больше, чем температура воздуха. Яломица холоднее Дуная на вышеприведенной станции (на 131,0 км) Силистра на 0,1 – 1,1 K, но чаще всего теплее на 0,1 – 1,0 K, чем Дунай на станции Браила (около 75 км ниже ее устья). На притоке Сирет в водомерном посту Лунгоч (на 74,0 км) температура воды 9,3 – 12,4 °C (амплитуда 3,1 K), что представляет на 0,1 – 1,6 K больше, чем температура воздуха. Сирет на 0,1 – 1,6 K холоднее Дуная на станции Браила (около 15 км от устья против течения). Сравнение температуры воды в притоках Яломица и Сирет с Дунаем зависит все-таки от немалого расстояния станций от устья. На румынских притоках при сравнении температуры воды с Дунаем видим действие влияния в их бассейнах (берут свое начало в Карпатах) и антропогенных воздействий на этих притоках (гидро- и тепловые электростанции). Взаимное сравнение с помощью кривых продолжительности t_o , выведение корреляционных зависимостей, использование метода скользящих средних и выражение тенденции, нельзя было осуществить, так как для этого не было необходимого непрерывного ряда наблюдений за период 1956 – 1985 гг.

2.4 Изменения термического режима в результате антропогенных воздействий

Регуляционные мероприятия на водотоках, строительство гидроузлов, связанное с этим или осуществленное по другим причинам строительство водохранилищ, как и сброс подогретых сточных вод из коммунальной сферы, промышленности и энергетики влияют на термический и ледовый режим. Как оценивается объем этого влияния в отдельных придунайских странах, приводится ниже.

Строительство гидроузлов влияет вообще на термический режим водотока. С этим связано увеличение зеркала воды, расхода и глубины, а также понижение скорости течения, что влияет на теплообмен между атмосферой и водой. При высокой температуре воздуха это способствует потеплению, при низкой

gulierung keine Temperaturmessungen ausgeführt wurden. Es steht jedoch fest, daß die Flußregulierungen ebenso wie der Staustufenausbau das Eisregime beeinflussen.

Die Abwärmeeinleitungen aus den Wärmekraftwerken, die ab Ingolstadt an der Donau errichtet wurden, verändern ebenfalls das Temperaturregime. Sie erfolgen nach den geltenden Vorschriften und haben sich auf ein gewässerökologisch tolerierbares Ausmaß zu beschränken. Sie dürfen an der deutschen Donau zu einer Erwärmung des Flußwassers um maximal 3 K – in Ausnahmefällen um 5 K – führen, die Wassertemperaturen in sommerwarmen Gewässern 28 °C, in sommerkühlen Gewässern 25 °C nicht überschreiten, auch nicht bei Niedrigwasser. Als „sommerkühl“ werden Fließgewässer bezeichnet, deren unbeeinflußte Temperaturen im Sommerhalbjahr den Wert von 20 °C nicht überschreiten.

Der Donauabschnitt von Ingolstadt bis zur Innmündung in Passau wie auch die nördlichen Zulieferer sind sommerwarme Gewässer; die Donau ab Illermündung bis Ingolstadt wie auch die Alpenflüsse Iller, Lech, Isar und Inn sind sommerkühle Gewässer.

Als maßgebender Niedrigwasserabfluß ist im „Wärmelastplan Bayern 1981“ [Deutschland 3] der kleinste mittlere Niedrigwasserabfluß NM 20 Q aus einer langen Reihe zu verwenden, d. h. ein Durchfluß, der den kleinsten Mittelwert aus zwanzig aufeinanderfolgenden Tagen darstellt. Beispielsweise ergibt sich für die Donau in Ingolstadt aus der Jahresreihe 1924–1975:

	NM 20 Q	Zeitspanne
Sommer	108	11. 08. – 30. 08. 1947
Herbst	82	04. 09. – 23. 09. 1947
Winter	95	06. 12. – 25. 12. 1953

In dem erwähnten „Wärmelastplan Bayern 1981“ sind über diese Kennzahl hinaus auch die maximal zulässigen Abwärmeeinleitungen an potentiellen Kraftwerksstandorten zusammengestellt. Um die Angaben an einem Fall zu erläutern, sei das in Kapitel 1.31 „Eingriffe“ beschriebene Kernkraftwerk Gundremmingen bei Donau km 2551 mit einer installierten Leistung von 2620 MW angeführt. Da das KKW eine Rückkühlung durch Kühltürme betreibt, ist die Abwärmemenge, die in die Donau eingeleitet wird, mit einem Wert hinaus auch die maximal zulässigen Abwärmeeinleitungen an potentiellen von 42 MJ/s sehr klein. Sie verursacht bei Niedrigwasser nur eine Erwärmung um 0,21 K, d. h. sie hat keinen Einfluß auf die Donau unterhalb von Ingolstadt (Donau km 2458,3).

temperature – охлаждению. В том случае, когда температура $t_a < 0$ °C, происходит довольно быстро образование сплошного ледяного покрова, который потом, особенно если он под снегом, предотвращает дальнейшее охлаждение.

Для полноты необходимо отметить, что регулирование водотоков так, как оно происходило в прошлом веке на Дунае и его притоках, имело существенное влияние на температуру воды. В результате сокращения длины водотока, уменьшения ширины зеркала воды, увеличения глубины воды и повышения скорости течения уменьшается теплообмен между водой и атмосферой. Это влияние, противоположное влиянию при строительстве каскадов, было, однако, незначительным по отношению к температуре воды. Проверка данного утверждения невозможна, так как не приводятся измерения температуры во время регулирования водотока. Однако, регулирование водотока, как и каскад гидроузлов, оказывает значительное влияние на ледовый режим.

Сброс отходящего тепла из тепловых электростанций, построенных от Ингольштадта вдоль по течению Дуная, изменяет термический режим. С ним обращаются согласно действующим предписаниям, и он должен быть ограничен до водохозяйственно-экологической приемлемой меры. На германском участке Дуная сбрасываемое тепло может привести к подогреванию речной воды максимально на 3 K – в исключительных случаях на 5 K; температура воды не должна на летнетеплых водотоках превысить 28 °C и на летнеколодных водотоках – 25 °C, а то и при низких расходах воды. В качестве „летнеколодного“ водотока определяется такой водоток, естественная температура которого без каких-либо влияний в летний период не превышает 20 °C.

Участок Дуная от Ингольштадта до устья притока Инн в Пассау, как и северные притоки, являются летнетеплые воды; Дунай от Иллера до Ингольштадт и вниз по течению от устья Инн, а также альпийские южные притоки Иллер, Лех, Изар и Инн – летнеколдные водотоки.

В качестве решающего низкого расхода воды для использования вышеупомянутых показателей в „Баварском плане тепловой нагрузки на 1981 г.“ [Германия 3] использован самый низкий средний расход воды NM 20 Q,

Im Hinblick auf allgemeine und nicht zu quantifizierende Eingriffe ins Temperaturregime, die im Kapitel 1.3 angeführt wurden, werden die Wassertemperaturen t_o , die Lufttemperaturen t_a und die Durchflüsse Q einer weiteren Bearbeitung unterzogen. Es wurden Dauerlinien für t_o , t_a und Q , Korrelationen zwischen t_o und t_a und Q sowie Trends für t_o und t_a im Beobachtungszeitraum abgeleitet. Ziel war es, Hinweise auf Änderungen im Temperaturregime der untersuchten Gewässer durch anthropogene Eingriffe zu finden.

Die Dauerlinien Q an den deutschen Stationen (Abb. 6a) zeigen, daß sich der Durchfluß zwischen Ingolstadt und Deggendorf verdoppelt. Die Reihenfolge der Dauerlinien t_o (Abb. 4a, 5a) für die Stationen Ingolstadt, Schwabelweis bzw. Regensburg und Deggendorf stimmt nicht mit der von t_a überein. Für t_o gilt eine umgekehrte Stationseinordnung wie für t_a . Die Lage der Korrelationsgeraden zwischen t_o und t_a der jeweiligen Stationen (Abb. 7a) im Zeitraum 1956 bis 1985 deutet eine fortlaufende Temperaturzunahme längs dem Fluß an.

Bei der Aufteilung dieses Zeitabschnittes in Dezennien wird deutlich, daß in den Beziehungen der Stationen untereinander zwischen 1966/75 und 1976/85 (Abb. 7b, 7c) eine wesentliche Änderung eingetreten ist. In den ersten beiden Jahrzehnten liegen die mittleren jährlichen Wassertemperaturen von Deggendorf zwischen denen von Ingolstadt und Schwabelweis. Die Änderung der Wassertemperatur bei einer Änderung der Lufttemperatur erfolgt an allen drei Stationen in gleicher Weise. Im Jahrzehnt 1976–1985 liegt die Gerade, die die Beziehung zwischen Luft- und Wassertemperatur beschreibt, von Deggendorf über den Geraden von Schwabelweis und Ingolstadt und weist eine wesentlich geringere Steigung als diese auf. Das Donauwasser in Deggendorf ist also im Mittel wärmer geworden und reagiert träger auf eine Zunahme der Lufttemperatur. Die Korrelation zwischen t_o und Q zeigt, daß die Reaktion von t_o auf eine Änderung von Q an der niedrigst gelegenen Station Deggendorf am schwächsten ist. Einer Zunahme von Q um $100 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ entspricht einer Temperaturabnahme von t_o um $0,2 \text{ K}$ (Abb. 9a).

Die Zeitreihe der gleitenden Mittelwerte von t_o und t_a (Abb. 3a) an allen Stationen deutet ab Anfang der 60er Jahre eine Zunahme der Wassertemperatur um 1,2 bis 1,4 K an, während sich die Lufttemperatur nur wenig ändert.

Zu ähnlichen Ergebnissen kommt Deisenhofer

t. e. расход, который представляет самое низкое среднее значение из двадцати следующих друг за другом суток. Примером является уровень Дуная в Ингольштадте за период 1924 – 1975 годов.

	NM 20 Q	Период
Лето	108	11. 08. – 30. 08. 1947 г.
Осень	82	04. 09. – 23. 09. 1947 г.
Зима	95	06. 12. – 25. 12. 1953 г.

В приведенном „Баварском плане тепловой нагрузки на 1981 г.“ По этим показателям составлены также максимальные сбрасываемые количества отходящего тепла для возможного размещения электростанций. Чтобы объяснить данные на примере, приводится атомная электростанция Грундремминген у Дуная (2551 км), описанная в главе 1.31 „Вмешательства“, с установленной мощностью 2620 МВт. Так как АЭС работает с циркуляционным охлаждением через градирни, количество отходящего тепла, сбрасываемого в Дунай, по сравнению с максимальным возможным сбросом 42 МДж/с, очень мало. Это приводит к нагреву только на 0,21 K, при существенно низком расходе воды, т. е. не оказывает никакого влияния на Дунай ниже Ингольштадта (на 2458,3 км Дуная).

В свете общих и неквантифицированных воздействий на термический режим, описанных в главе 1.3, рассмотрим снова вопросы обработки данных о температуре воды t_o и воздуха t_a и расходе Q . Построены кривые продолжительности t_o , t_a и Q , корреляционные зависимости $t_o - t_a$ и $t_o - Q$ и тенденции развития t_o и t_a в период наблюдений. Целью этого было найти доказательства об изменениях, которые вызывают антропогенные воздействия, в термическом режиме изучаемых водотоков.

Кривые продолжительности Q на немецких водомерных постах (рис. 6a) указывают на то, что расход между Ингольштадтом и Деггендорфом увеличивается в два раза. Последовательность кривых продолжительности t_o (рис. 4a, 5a) для станции Ингольштадт, Швабельвейс, или Регенсбург и Деггендорф в несогласии с последовательностью кривых t_a . Для t_o последовательность станций обратная, чем для t_a . Корреляционные зависимости $t_o - t_a$ (рис. 7a) за период 1956 – 1985 годов указы-

[Deutschland 2] bei Bearbeitung der Wassertemperaturen am Pegel Kachlet und der Lufttemperatur an der Klimastation Metten. Er stellt fest, daß die Wassertemperatur bei etwa gleichbleibender Lufttemperatur um zirka 1 K zugenommen hat. Die Erwärmung beginnt im Jahr 1964 und dauert bis zum Jahr 1970 an. Seitdem hat sich offensichtlich ein neues Gleichgewicht zwischen t_o und t_a ausgebildet. Die Zunahme kann durch den intensiven Ausbau von Wasser- und Wärmekraftwerken stromaufwärts vom Kachlet nach dem Jahr 1960 erklärt werden. Das Signal einer prognostizierten Klimaänderung läßt sich daraus nicht ableiten.

Vielmehr spiegelt sich in der Erwärmung der summarische Einfluß anthropogener Veränderungen direkt am Gewässer wider. Neben dem Wärmegewinn des Wassers in Speichern und Stauhaltungen dürften vor allem die Wärmeeinleitungen über Kanalisationen und Kläranlagen, besonders aber aus dem Kühlwasser von Wärmekraftwerken die Temperaturzunahme der Donau bewirken.

Im österreichischen Donauabschnitt läßt sich an den Durchflußdauerlinien (Abb. 6b) zwischen den Stationen Engelhartszell und Wien eine mittlere Durchflußzunahme um ca. 35 % feststellen. In Engelhartszell und Linz ist im Temperaturregime noch der anthropogene Einfluß aus Deutschland bemerkbar. Der Verlauf der gleitenden Mittelwerte (Abb. 3b) läßt an beiden Stationen eine Temperaturzunahme erkennen. Stromabwärts wird in Stein-Krems und Wien dieser Verlauf in den Jahren 1967 bis 1972 durch eine Abnahme unterbrochen bzw. gibt es hier keine Änderung. In diesem Zeitabschnitt wurde zwischen Linz und Wien das Wasserkraftwerk Wallsee vollendet.

Die Dauerlinien t_o an den österreichischen Stationen (Abb. 4a) zeigen, daß dort die Schwankungsbreiten der Wassertemperaturen kleiner als an den deutschen Stationen sind. Aus den Lufttemperaturen (Abb. 5a) kann dies nicht begründet werden. Das gilt auch für die Korrelationen von t_o mit t_a (Abb. 7a, 7b und 7d). Zur Lufttemperatur $t_a = 8,5^{\circ}\text{C}$ gehören in Engelhartszell Wassertemperaturen von $t_o = 9,5^{\circ}\text{C}$, in Linz $t_o = 9,0^{\circ}\text{C}$ und in Wien von nur $t_o = 8,9^{\circ}\text{C}$, während sie in Ingolstadt $t_o = 10,3^{\circ}\text{C}$, in Schwabelweis und Degendorf sogar $t_o = 10,6^{\circ}\text{C}$ erreichen. Im Jahrzehnt 1966–1975 (Abb. 7c) deutet die Regressionsgerade auf eine Änderung hin. Der Vergleich mit anderen Zeitabschnitten läßt für Linz und Wien aber keine eindeutige Aussage zu (Abb. 8a und 8b).

Ähnlich wie für den deutschen wurde auch für

вают на постепенное повышение температуры вдоль реки.

При разделении этого периода на десятилетия ясно, что во взаимосвязях станций между 1966/75 и 1976/85 (рис. 7б, 7в) настало существенное изменение. В первые два десятилетия находятся среднегодовые температуры воды в Деггендорфе между значениями в Ингольштадте и Швабельвейсе. Изменение температуры воды при изменении температуры воздуха происходит на всех трех станциях одинаковым образом. В десятилетии 1976 – 1985 находится прямая, изображающая отношение между температурой воздуха и воды в Деггендорфе, над прямыми для Швабельвейса и Ингольштадта и выражает существенно меньшее возрастание, чем эти. Дунайская вода в Деггендорфе, таким образом, стала в среднем более теплой и реагирует медленнее на повышение температуры воздуха. Корреляционная зависимость между $t_o - Q$ указывает на то, что на самой нижележащей станции Деггендорф реакция t_o на изменение Q менее всего выражена – прирост Q на $100 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ вызывает понижение $t_o < 0,2^{\circ}\text{C}$ (рис. 9а).

Ход скользящих средних t_o и t_a (рис. 3а) на всех станциях с начала 60-ых годов указывает на повышение температуры воды (на 1,2 – 1,4 K), когда прирост температуры воздуха является незначительным.

К подобным результатам в своей работе пришел и г. Дайсенхофер [Германия 2] при обработке температур на водомерном посту Кахлет и климатической станции Меттен. Он определил, что температура воды повысилась при почти неизменной температуре воздуха приблизительно на 1 K. Повышение температуры воды началось с 1964 года и продолжалось до 1970 года. С тех пор, очевидно, возникло новое равновесие между t_o и t_a . Объяснение этих изменений заключается в интенсивном строительстве гидроузлов, подпорных бьефов и электростанций над Кахлем после 1960 года. Определенно в этом нельзя видеть признак прогнозированного изменения климата. Намного больше в этом повышении отражается сумма антропогенных воздействий на температуру водотоков. Кроме повышения температуры в водохранилищах на температуру воды Дуная влияют, прежде всего, сброс подогретых сточных вод из канализации и очистных установок, и особенно охлаждающих вод с электростанций.

den tschechoslowakischen und den tschechoslowakisch-ungarischen Donauabschnitt sowie für die anderen bedeutenden Flüsse in der Slowakei eine Studie erstellt [Tschechoslowakei 5], die sich mit

- der Entwicklung der Hauptparameter, die das Temperaturregime beeinflussen (Lufttemperatur und -feuchtigkeit, Durchfluß, Windschwindigkeit und Sonneneinstrahlung),
- dem gleichzeitigen Temperaturlängsprofil, der Wärmekapazität und mit der kalorischen Reserve sowie,
- der Festsetzung der thermischen Kategorien und der Einstufung der untersuchten Flüsse nach diesen Kategorien befaßt.

Für jedes „Temperaturniveau“, d. h. für die Temperatur im gegebenen Profil, kann man im Bezug auf den Durchfluß die zugehörige Wärmemenge bestimmen. Sie ist als die Wärmekapazität des Flusses definiert und wurde für die Donau an den Stationen Bratislava, Dunaremete, Gabčíkovo, Komarno, Esztergom und Nagymaros für die sogenannte natürliche oder derzeitige Temperatur wie auch für die maximal zugelassene Temperatur (25°C) für ein extrem wasserreiches, ein trockenes und ein durchschnittliches Jahr erstellt. Deren Differenzen geben die freie Wärmekapazität oder die kalorische Reserve an. Entsprechend dem Bedarf der Energiewirtschaft (besonders der Kernkraftwerke) wurden 5 Kategorien mit entsprechender Wärmelast, d. h. mit der geforderten Wärmekapazität festgesetzt. Diese wurde mit der freien Kapazität der Flüsse verglichen und so die zulässige Abwärmeeinleitung aus Industrie und Energiewirtschaft festgesetzt.

Nach den Dauerlinien nimmt der Donauabfluß zwischen Bratislava und Komarno um 8 bis 15 % zu (Abb. 6b). Bei der Beurteilung des Temperaturregimes nach dem Verlauf der gleitenden Mittelwerte von t_o und t_a (Abb. 3c) kann man feststellen, daß auch an diesen Stationen seit dem Jahr 1964 bis 1973 eine Temperaturzunahme vorhanden ist; in Bratislava ist sie durch eine Abnahme unterbrochen, in Gabčíkovo und Komarno gibt es eine eindeutige Zunahme. Der Lufttemperaturverlauf zeigt keine vergleichbare Tendenz. Die Korrelationen zwischen t_o und t_a (Abb. 7a) in Bratislava und Komarno im Zeitabschnitt 1956–1985 entsprechen den Erwartungen. Eine Änderung der Lufttemperatur entspricht einer proportionalen Wassertemperaturänderung. An beiden Stationen bedeutet eine Zunahme von t_a um 1 K eine Zunahme von t_o um 0,5 K.

Diese Beziehung ändert sich in den einzelnen

На австрийском участке Дуная между станциями Энгельхартцелль и Вена согласно кривым продолжительности (рис. 6б) можно определить прирост расхода приблизительно на 35 %. В Энгельхартцелле и Линце в термическом режиме еще проявляется антропогенное влияние из Германии. На это указывает ход кривых скользящих средних (рис. 3б), где на обеих этих станциях проявляется повышение температуры. В нижележащих Штайн-Кремсе и Вене этот ход в 1967 – 1972 гг. прерван понижением и состоянием без перемен. В этот период на участке между Линцом и Веной был создан гидроузел Валзе. Кривые продолжительности t_o на австрийских станциях (рис. 4а) указывают, что температурная зона воды в них ниже, чем на немецких, причем температура воздуха это не обосновывает (рис. 5а). Это видно и на корреляционных зависимостях $t_o - t_a$ (рис. 7а, 7б, 7г); напр. при $t_a = 8,5^{\circ}\text{C}$ в Энгельхартцелле $t_o = 9,5^{\circ}\text{C}$, в Линце $9,0^{\circ}\text{C}$ и в Вене только $8,9^{\circ}\text{C}$, в то время, когда в Ингольштадте $10,3^{\circ}\text{C}$, в Швабельвейсе и Деггендорфе даже $10,6^{\circ}\text{C}$. В десятилетии 1966 – 1975 (рис. 7в) ход кривых сигнализирует определенные изменения. Сравнение с другими периодами не приводит для Линца и Вены к какому-либо однозначному истолкованию (рис. 8а, 8б).

Аналогично немецкому, и на чехо-словацком и чехо-словацко-венгерском участке Дуная (и других значительных водотоках Словакии) разработана аналитическая работа [Чехо-Словакия 5], в которой рассматривается:

- характеристика основных параметров, влияющих на режим температур (температура и влажность воздуха, расход воды, скорость ветра и солнечная радиация),
- современный температурный профиль в продольном направлении водотока, ход теплоемкости и калорический резерв и
- определение термических категорий и классификация исследуемых участков рек по этим категориям.

Для каждого „температурного уровня“, т. е. температуры в данном профиле, можно по отношению к расходу определить количество тепла, которое он представляет. Это было определено как теплоемкость реки. Она была определена для Дуная в водомерных постах Братислава, Дунаремет, Габчиково, Комарно, Эстергом, Надьмарош для так называемой естественной или современной температуры

Jahrzehnten, mit Ausnahme vom Zeitabschnitt 1966–1975 in Komarno (Abb. 7c), nur wenig. Ein ähnliches Verhalten zeigen in diesem Jahrzehnt auch die Daten von Ingolstadt und Engelhartszell. Korrelationen von t_o und t_a für einen 35jährigen (Abb. 8a) und einen 25jährigen Zeitabschnitt für Bratislava bestätigen einen steigenden Trend der Wassertemperatur (Abb. 3c). Die Verläufe der gleitenden Mittelwerte an den Zuggängen Vah und Ipel (Abb. 3c) zeigen eindeutig anthropogene Einflüsse auf ihr Temperaturregime.

Im ungarischen Abschnitt bei Budapest hat die Abwassereinleitung in den letzten 50 Jahren besonders in der Winterperiode zu einer Temperaturerhöhung des Donauwassers geführt. Ähnlich kommt es auch beim WKK Paks zu einer beträchtlichen Wärmebelastung und dadurch zu einer Temperaturerhöhung des Donauwassers unterhalb der Einleitung.

Über das Ausmaß der anthropogenen Einflüsse auf das Temperaturregime dieses Donauabschnittes liegen keine quantitativen Angaben vor. Es gibt stromaufwärts und stromabwärts von einzelnen Eingriffen keine Messungen, aus denen das Ausmaß der anthropogenen Einflüsse abgeleitet werden kann. So bleibt nur die Möglichkeit, t_o und t_a zu analysieren.

Die Analysen von t_o und t_a ergeben, daß der Wassertemperaturtrend an allen Stationen steigend und der der Lufttemperatur fallend ist (Abb. 3d). Die gleitenden Mittelwerte nehmen im Zeitabschnitt 1964 bis 1976 um ca. 1 K zu. Diese Zunahme ist statistisch jedoch nicht signifikant. Seit dem Jahr 1976 haben beide Temperaturen einen abnehmenden Trend. Dieser Umstand ist wohl künstlichen Eingriffen zuzuschreiben.

Die Regressionsgeraden von t_o mit t_a (Abb. 7a bis 7b) weisen einen damit übereinstimmenden Verlauf auf. An der Station Dunauvaros bewegen sich die Lufttemperaturen in einem anderen Bereich als in Budapest und Paks. Worauf diese Inkonsistenz beruht, kann wegen fehlender Angaben nicht geklärt werden.

An der mittleren Donau wurde das Temperaturregime außerdem an den Stationen Bezdan, Bogojevo und Smederevo analysiert. In Bezdan und Bogojevo nimmt die Wassertemperatur zu, trotz abnehmender Lufttemperaturen (Abb. 3c). In Smederevo nehmen Wasser und Lufttemperatur übereinstimmend ab. Aus dem Verlauf der gleitenden Mittelwerte von t_o lassen sich für die Beobachtungsperiode drei Zeitabschnitte mit

и для максимально допустимой температуры (25°) в чрезвычайно водный, сухой и средний годы. Их разница определяет свободную теплоемкость, или калорический резерв. Согласно потребностям энергетики (особенно атомных электростанций), установлено 5 категорий с соответствующей тепловой нагрузкой, т. е. требуемой теплоемкостью. Она сравнивалась со свободной емкостью водотоков, и так были определены возможности использования водотока для сброса отходящего тепла из промышленности и энергетики до допустимой меры.

На Дунае между Братиславой и Комарно согласно кривым продолжительности (рис. 6б) увеличивается расход на 8 – 15 %. В термическом режиме, исследуемом по ходу скользящих средних t_o и t_a (рис. 3в), определяем, что и на этих станциях приблизительно с 1964 по 1973 годы наблюдается повышение температуры воды; в Братиславе прерывается понижением, но в Габчиково и Комарно это однозначно повышение, хотя температура воздуха не имеет такой тенденции. Согласно корреляционным зависимостям $t_o - t_a$ (рис. 7а), ход кривых в Братиславе и Комарно за период 1956 – 1985 гг. ожидаемый. Изменение температуры воздуха вызывает равное изменение температуры воды на обеих станциях. Повышение t_a на 1 К представляет повышение t_o на 0,5 К. Приблизительно эта зависимость одинакова и в отдельные десятилетия, за исключением 1966 – 1975 гг. (рис. 7в) в Комарно. Изменение t_a вызывает совсем незначительное изменение t_o . Подобная ситуация настает в это десятилетие и в Ингольштадте, и Энгельхартсцелле. Корреляционные зависимости $t_o - t_a$, построенные за 35-летний период (рис. 8а) и 25-летний период (рис. 8в) для Братиславы, подтверждают тенденцию к повышению температуры воды (рис. 3в). На притоках Ваг и Ипель ход скользящих средних (рис. 3в) однозначно указывает на антропогенные воздействия на их термический режим.

На венгерском участке у Будапешта сброс сточных вод за последние 50 лет оказывает влияние на повышение температуры воды в Дунае, особенно в зимний период. Подобно и у ТЭС Пакш значительно возрастает тепловая нагрузка, в результате чего повышается температура воды в Дунае за местом сброса.

О mere антропогенных влияний на тер-

steigender Tendenz feststellen, nämlich in den Jahren 1954 bis 1959 um 0,8 bis 1,4 K, in den Jahren 1964 bis 1967 um 0,3 K und von 1970 bis 1975 um 0,5 K. Diese Zyklen entsprechen annähernd denen der Lufttemperaturänderungen. Die Regressionsgeraden von t_o mit t_a entsprechen den Erwartungen (Abb. 7a bis 7d). Abweichungen in einzelnen Jahrzehnten lassen sich am unterschiedlichen Verhältnis der Änderungen von t_o zu denen von t_a erkennen.

Im ersten und dritten Jahrzehnt ist die Reaktion der Wassertemperatur auf eine Änderung der Lufttemperatur ausgeprägter als im Jahrzehnt 1966–1976. Dies läßt den Schluß zu, daß in diesem Zeitabschnitt andere Faktoren einen Einfluß auf die Wassertemperatur ausübten.

An den Zubringern Drava, Tisa, Sava und V. Morava kann man aus dem Verlauf der gleitenden Mittelwerte sowohl Perioden mit einer Steigerung als auch mit einer Abnahme der Wassertemperatur erkennen. Diese Perioden treten an den genannten Zubringern gleichzeitig auf und stimmen in der Tendenz überein. Der Gesamtrend der Temperaturen t_o und t_a in der Beobachtungsperiode ist nicht an allen Zubringern gleich. Die Wassertemperatur der Drava nimmt im selben Zeitraum wie die Lufttemperatur zu, aber mit größerer Intensität als t_a . Im natürlichen Regime folgt t_o der Lufttemperatur gewöhnlich aber mit einer Verzögerung und Abschwächung. So ein Verlauf ist an der Tisa und Sava zu sehen. Abweichungen im Verlauf von t_o und t_a an der Drava dürften auf künstliche Eingriffe zurückzuführen sein.

Auf dem weiteren Donauabschnitt zwischen Drobeta-Turnu Severin und Ruse nimmt der mittlere Durchfluß um 10 bis 15 % zu (Abb. 6c). Aus den Dauerlinien läßt sich eine mäßige Temperaturzunahme von t_o ableiten, übereinstimmend mit den Dauerlinien der Lufttemperatur t_a (Abb. 4a, 5a). Der Verlauf der gleitenden Mittelwerte deutet in Novo Selo auf ein natürliches Temperaturregime hin. Wasser- und Lufttemperatur ändern sich gleichsinnig. An der Station Lom (Jahresreihe 1975–1979) sowie in Svistov und Ruse (Jahresreihe 1970–1977) gibt es Andeutungen anthropogener Einflüsse auf das Temperaturregime (Abb. 3g, 3h). Noch ausgeprägter äußern sich solche Einflüsse in Drobeta-Turnu Severin in den Jahren 1973–1976; die Wassertemperaturen steigen, die Temperaturen der Luft sinken und die langfristige Entwicklung von t_o und t_a ist trendfrei (Abb. 3g, 3h und 10c).

Im rumänischen Donauabschnitt und an deren

мический режим этого участка Дуная не существует никаких количественных данных.

Этот анализ показал на всех станциях тенденцию к повышению температуры воды, а воздуха – к понижению (рис. 3г). Этот прирост статистически не имеет большого значения. После 1976 г. ходы t_o и t_a соответственно понижаются. Это состояние можно объяснить искусственным вмешательством в термический режим Дуная.

Корреляционные зависимости $t_o - t_a$ (рис. 7а – 7г) указывают на ожидаемый ход этих отношений. На станции Дунауйварош температура воздуха колеблется в ином диапазоне, чем в Будапеште и Пакше. В результате недостающих данных нельзя объяснить это несоответствие.

На Среднем Дунае анализировался термический режим еще на станциях Бездан, Богоево и Смедерево. Согласно обработке на рис. 3в на станции Бездан и Богоево температура воды имеет тенденцию к повышению а температура воздуха – к понижению. В Смедерево соответственно понижается температура воды и воздуха. Методом скользящих средних t_o за период наблюдений были обнаружены 3 возрастающие кривые, а именно пятилетнее значительное повышение в 1954 – 1959 гг. на 0,8 – 1,4 К, трехлетнее повышение в 1964 – 1967 гг. на 0,3 К и опять пятилетнее повышение с 1970 – 1975 год на 0,5 К. Эти циклы приблизительно отвечают изменениям в ходе температуры воздуха. Кривые, изображающие корреляционные зависимости $t_o - t_a$ имеют ожидаемый ход (рис. 7а – 7г). Разница в их ходе в отдельные десятилетия заключается только в различной интенсивности изменений t_o при изменении t_a . В первом и третьем десятилетиях температура воды реагирует на изменение температуры воздуха более резко и в десятилетии 1966 – 1976 гг. изменение медленнее. Это приводит к заключению, что в этот период на температуру воды оказывают действие и другие влияния.

На притоках Драва, Сава и В. Морава можно определить по ходу скользящих средних как периоды с повышением, так и понижением температуры воды. Эти периоды возникают на приведенных притоках одновременно и имеют одинаковую тенденцию. Общая тенденция температур t_o и t_a в период наблюдений не на всех притоках одинаковая.

Амплитуды периодов различные. Хотя температура Дравы поднимается в то же самое

Donauzubringern wirken sich die im Kapitel 1.35 aufgeführten Eingriffe aus. Der markanteste ist der Einfluß des Wärmekraftwerkes am Jiu, dessen Abwassertemperatur um vieles höher liegt als die Temperatur des Flusswassers. An der Mündung des Jiu in die Donau ist dieser Einfluß nur noch sehr schwach ausgebildet.

An den weiteren Donaustationen ist aus den Dauerlinien (Abb. 4a) zwischen Giurgiu und Silistra eine Zunahme der Wassertemperatur und von dort bis Braila eine Abnahme abzuleiten. Dem entspricht auch die Lage der Dauerlinien von t_o (Abb. 5a) sowie der Durchflüsse (Abb. 6c). Im Durchflußregime hängen diese Änderungen mit dem geringen spezifischen Abfluß aus diesem Einzugsgebietsteil zusammen. Diese Fragen wurden in der Donaumonographie – I. Teil [Sonderliteratur 3] behandelt.

Korrelationen zwischen Durchfluß und Temperatur deuten an (Abb. 9c), daß deren Verlauf an den Stationen Giurgiu und Silistra annähernd gleich ist. In Braila äußert sich die Durchflußzunahme nur in einer minimalen Änderung von t_o . Die langfristigen Trends der Temperaturen t_o und t_a (Abb. 10c) stimmen an diesen Stationen überein. In Giurgiu bleiben sie gleich, in Silistra steigen sie und in Braila sinken sie. Nach dem Verlauf der gleitenden Mittelwerte (Abb. 3h, 3i) zeigen die Perioden mit steigender und sinkender Temperatur eine direkte Beziehung zwischen t_o und t_a . In Giurgiu bildet der Zeitabschnitt 1967 bis 1973 eine Ausnahme, in Braila, der Zeitabschnitt 1975 bis 1979 in dem t_o eine andere Tendenz hat als t_a .

Auch in Rumänien, ähnlich wie an der bayerischen Donau und an ihren Zubringern [Deutschland 3] sowie an den slowakischen Flüssen und dem zugehörigen Donauabschnitt, widmete man der Bewertung des Wärmepotentials der Flüsse Aufmerksamkeit [Rumänien 19]. Für die Donauzuflüsse Maros, Samos, Jiu und Jalomita wurde der Jahresgang dieses Potentials, seine Verteilung längs dem Fluß und die Abhängigkeit von der geodätischen Stationshöhe bestimmt. Die Ermittlung des Wärmepotentials findet eine praktische Anwendung bei Entscheidungen über die wirtschaftlichen Nutzungsmöglichkeiten des Flusses.

время как температура воздуха, но с большей интенсивностью, чем t_a . В естественном режиме, обычно, t_o отвечает определенным замедлением и редукцией температуре воздуха. Такой ход видно на Тисе и Саве. Различия в ходе t_o и t_a на Драве сигнализируют искусственное воздействие на режим температуры воды.

На следующем участке Дуная между станциями Дробета-Турну Северин и Рузе увеличение расхода 10 – 15 % (рис. 6в). В термическом режиме, согласно кривым продолжительности, наблюдается небольшое повышение, что отвечает и кривым продолжительности t_a (рис. 4а, 5а). Согласно ходу скользящих средних, на станции Ново Село естественный режим температур t_o и тенденции t_o и t_a в соответствии. На станции Лом в 1974 – 1977 годах, Свиштов и Рузе в 1970 – 1977 годах обнаруживаются, согласно ходам на рис. 3ж, 3з, признаки антропогенных влияний на температурный режим. Более выразительно это проявляется в Дробета-Турну Северине в 1973 – 1976 гг.; температура воды здесь поднимается, температура воздуха понижается и долговременное развитие t_o и t_a без перемен (рис. 3ж, 3з, 10в).

На румынском участке Дуная и его притоках проявляются воздействия, приведенные в главе 1.35. Самое значительное влияние тепловой электростанции на реке Жиу, температура сбрасываемой воды которой намного выше, чем температура речной воды. При впадении Жиу в Дунай это влияние уже очень слабое.

На остальных станциях на Дунае, согласно кривым продолжительности (рис. 4а), между Джурджу и Силистрой наблюдается повышение, а потом до Браилы – понижение температуры воды. Этому отвечает и расположение кривых t_a (рис. 5а), а также кривые продолжительности расходов (рис. 6в). В режиме расходов эти изменения связаны с небольшим удельным стоком в этой части бассейна. Эти вопросы были разработаны в Монографии Дуная – Часть I. (Спец. литература [3]). Корреляционные зависимости между расходом и температурой (рис. 9а) указывают на то, что на станциях Джурджу и Силистра эта зависимость приблизительно одинаковая, но в Браиле повышение расхода проявляется только минимальным изменением t_o . Долговременные тенденции температур t_o и t_a (рис. 10в) на этих станциях одинаковы, причем в Джурджу без перемен,

на станции Силистра повышаются и станции Браила понижаются. Согласно ходу скользящих средних (рис. Зз, Зи) периоды повышения и понижения указывают на прямую зависимость между t_o и t_a , только в Джурджу период 1967 – 1973 годов составляет исключение. Также на станции Браила в 1975 – 1979 гг. ход t_o имеет различную тенденцию, чем t_a .

И в Румынии, так же, как на участке баварского Дуная и его притоках [Германия 3] на словацких реках и соответствующем участке Дуная, проводили оценку термического потенциала рек [Румыния 19]. Результатом работы, в котором изучались притоки Дуная – Марош, Сомеш, Жиу и Яломица, является годовой ход потенциала, его распределение вдоль водотока и зависимость расположения изучаемой станции от высоты над морем. Определение температурного потенциала имеет практическое значение при принятии решений об его использовании в хозяйственной деятельности на водотоке.

3. DAS EISREGIME

3. ЛЕДОВЫЙ РЕЖИМ

3.1 Beobachtung der Eiserscheinungen und bisherige Publikationen über das Eisregime der Donau

Die Anfänge der Beobachtungen über Eiserscheinungen an der Donau reichen bis in das vergangene Jahrhundert zurück. Es sind allerdings hydrologische Größen, die sehr stark durch die Subjektivität der Beobachter und oft durch die Änderung der Beobachtungsmethode gekennzeichnet sind. Sie erreichen deswegen nicht die gleiche Qualität wie die anderen hydrologischen Beobachtungen. Es kann versucht werden, diese „versteckten Mängel“, besonders was den Beginn der Eiserscheinungen betrifft, durch die Herstellung von Beziehungen zur Lufttemperatur (längste Meßreihen mit vertrauenswürdigen Werten) zu beseitigen.

Die Beobachtungen werden in der Regel bei den morgendlichen Ablesungen der Wasserstände durchgeführt. Außer der Eisbildung als solcher werden die Randeisausbreitung, die Eisgangintensität und an ausgewählten Stationen in bestimmten Intervallen auch die Dicke der Eidecke registriert. In extremen Situationen (bei Eisstau und bei Gefahr von Überschwemmungen) wird die Beobachtungsfrequenz nach der Gefahrenstufe gesteigert.

Die Donau wurde lange Zeit nur von der Schifffahrt genutzt. Die starke Industrialisierung brachte die Forderung nach rationeller und vielseitiger Nutzung des Wassers für die Wasserversorgung, Energiegewinnung und den Einsatz als Kühlmedium in der Industrie und Energieerzeugung. Neben den großen Möglichkeiten zur Nutzung ihres Wassers stellt die Donau anderseits eine Gefahr bei Hochwassern, besonders bei Eishochwassern dar. So hat das katastrophale Eishochwasser an der Donau im Jahr 1956 die Donaustäaten zur Organisierung einer gemeinsamen Erforschung des Eisregimes angeregt. In der Donaukommission (DK) wurden unmittelbar danach zwei Studien ausgearbeitet.

In der ersten Studie „Über das Donaueisregime“, die im Jahre 1959 erschien, wurden die Eisverhältnisse auf der schiffbaren Donau zwischen Engelhartszell und Sulina aufgrund der Angaben

3.1 Наблюдения за ледовыми явлениями и существующие публикации о ледовом режиме Дуная

Начало наблюдений за ледовыми явлениями на Дунае относится к прошлому веку. Среди гидрологических величин это, однако, элементы, на которые оказывает самое большое влияние субъективность наблюдателей и часто также изменение метода наблюдения, поэтому они не достигают уровня других гидрологических наблюдений. Эти „скрытые дефекты“, прежде всего в сроках появления ледовых явлений, можно объяснить и уточнить с помощью зависимости от температуры воздуха, наблюдение за которой началось раньше всего и является самым проработанным и надежным.

Наблюдения выполняются обычно ежедневно при утреннем отсчитывании уровней воды. Кроме вида ледового явления, регистрируются также другие характеристики, например, приблизительное определение ширины льда у берега, интенсивность ледохода и на избранных станциях ежедневно или в другом интервале также толщина ледяного покрова. При экстремальных ледовых ситуациях (в случае затора и угрозе ледовых наводнений) наблюдения проводятся чаще чем 1 раз в сутки, а именно по степени угрозы.

Дунай долгое время использовался только для судоходных целей. Однако бурное развитие промышленности выдвинуло требование для более рационального и многостороннего использования. Это касалось его водной энергии, возможности водоснабжения, как и использования в качестве охлаждающей среды в промышленности и энергетике. Кроме этих больших возможностей, Дунай представляет собой также значительную опасность во время паводков и, прежде всего, ледовых наводнений. Как раз катастрофическое ледовое наводнение на Дунае в начале 1956 года побудило придунайские страны к организации совместных исследований ледового режима. В Секретариате Дунайской Комиссии (ДК) сразу же после этого были разработаны два аналитических обзора.

analysiert, die die Donaustaten für einen Zeitraum von 56 Jahren (Winter 1900/01 bis 1955/56) zur Verfügung stellten.

- Diese Studie besteht aus vier Teilen, die
- die Eisregimecharakteristik ab Engelhartszell bis zum Hafen von Sulina (km 2200-0),
 - die Abhängigkeit zwischen dem Eis- und Lufttemperaturregime ab dem Hafen von Devin bis zum Hafen von Sulina,
 - die Abhängigkeit zwischen dem Eisregime und den morphologischen Verhältnissen des Flussbettes ab dem Dorf Adony bis zum Dorf Iloj und
 - die Methoden der Eisbekämpfung präsentieren.

Die zweite Publikation „Studie über das Eisregime des Flusses Donau“ [Sonderliteratur 1], die im Jahre 1967 erschien, untersuchte das Eisregime für einen 60jährigen Zeitraum auf dem schiffbaren Abschnitt zwischen Regensburg und Sulina (km 2376 bis 0). Diese Studie hat sich in 5 Kapiteln mit der Entstehung und Bildung des Eises und den Eiserscheinungen, mit den Eintrittsdaten und den Auswertungsmethoden, mit den Eisregimecharakteristiken, mit dem Einfluß von Wasserkraftwerken auf das Eisregime und mit den Eisbekämpfungsmethoden befaßt.

Diese beiden Studien vermitteln genügend ausführliche Erkenntnisse über das Eisregime der Donau bis 1960. Sie sind aber insoweit ergänzungsbedürftig, als sie sich nur am Rande mit den Bildungsbedingungen und mit der Prognose der einzelnen Eiserscheinungen befaßt haben.

Mit dem Ziel, die Erkenntnisse auf diesem Gebiet zu vertiefen, erstellte die Arbeitsgruppe für die wissenschaftliche Hydrologie in der Donaukommission ein Sammelwerk „Das Eisregime I“, herausgegeben im Jahr 1973.

Den Arbeitsinhalt bildeten 2 Themen und zwar

- das Eisregime (Beobachtungsmethoden, allgemeine Bildungsgesetzmäßigkeiten und kurzfristige Prognosen der Eiserscheinungen) und
- langfristige Prognosen der Eiserscheinungen (die Besonderheiten der atmosphärischen Zirkulation über Europa in den Wintermonaten in den Jahren 1900 bis 1968, die Ermittlung von Abhängigkeiten zur Prognose der Lufttemperaturentwicklung, die Frühjahrseiserscheinungen an der Donau und die Ausarbeitung der Methoden für langfristige Prognosen).

Außer diesen Publikationen gibt die Donaukommission seit 1953 „Das hydrologische Jahrbuch des Flusses Donau“ heraus, das neben Über-

В первом „О ледовом режиме Дуная“, изданном в 1959 году, анализируются ледовые условия на судоходном участке Дуная между Энгельхартцеллем и Сулиной на основе данных, представленных придонайскими странами за 56 лет (зима 1900 – 1901 г. до 1955 – 1956 г.). Обзор состоит из четырех частей, рассматривающих:

- характеристику ледового режима от порта Энгельхартцелль до порта Сулина (2200 – 0 км),
- зависимость между ледовым режимом и термическим режимом воздуха от порта Девин до порта Сулина,
- зависимость между ледовым режимом и морфологическими условиями русла от населенного пункта Адонь до населенного пункта Илои и
- методы „борьбы“ со льдом.

Вторая публикация „Доклад о ледовом режиме реки Дунай“ [Специальная литература 1], изданная в 1967 году, была посвящена изучению режима льда на основе данных за 60 лет на судоходном участке между Регенсбургом и Сулиной (2376 – 0 км). В этом обзоре в 5 главах рассматриваются возникновение и образование льда и ледовых явлений, входные данные и методы их обработки, характеристики ледового режима, влияние гидроэлектростанций на ледовый режим и методы борьбы со льдом.

Обе публикации содержат достаточно обширные сведения о ледовом режиме Дуная до 1960 года. Но их необходимо дополнить, так как они только незначительно изучают условия возникновения и прогноз отдельных ледовых явлений.

С целью расширения сведений как раз в этой области Рабочая группа по научной гидрологии при Секретариате ДК составила сборник работ „Ледовый режим I“, изданный в 1973 году. Содержанием работ были 2 темы, а именно:

- ледовый режим (методы наблюдений, общие закономерности образования и краткосрочные прогнозы ледовых явлений) и
- долгосрочные прогнозы ледовых явлений (особенности циркуляции атмосферы над Европой в зимние месяцы в 1900 – 1968 гг., определение зависимостей для прогнозирования характеристик температуры воздуха, весенние ледовые явления на Дунае и разработка методов их долгосрочного прогнозирования).

sichten und statistischen Auswertungen der Wasserstände, der Durchflüsse, der Wasser- und Lufttemperaturen und der Niederschläge auch Erläuterungen zur Eisregimecharakteristik an den Hauptpegen der Donau enthält [Sonderliteratur 4].

Die bisherigen Gesamtstudien über das Eisregime der Donau befassen sich mit dessen Entwicklung bis zum Jahr 1960. Die vorliegende Studie hat sich zum Ziel gesetzt, die Erkenntnisse bis zum Jahr 1985, d. h. um 25 Jahre, zu ergänzen. In dieser Zeit sind viele anthropogene Eingriffe durchgeführt worden. So wurden z. B. – mit Ausnahme von Kachlet, Jochenstein und Ybbs-Persenbeug – alle Wasserkraftwerke an der Donau von Ingolstadt bis Djerdap II wie auch die Wärmelektrikwerke und viele Industriekomplexe, die Abwärme in die Donau einleiten, gebaut. Hinzu kamen einige Regulierungen, die die Schifffahrtsbedingungen an der Donau verbessert haben.

3.2 Netz der Beobachtungsstationen

Für die Beurteilung des Eintretens und der Beendigung der Eiserscheinungen (EE), der hydrologischen Angaben, der langfristigen Charakteristik des Eisregimes der Donau und ihrer Zulieferer und der Wintertemperaturen zusammen mit dem Auftreten von Eis stehen in den einzelnen Donaustäaten Unterlagen an Pegelprofilen (Tab. 1, 4 und Abb. 11) zur Verfügung.

Im deutschen Donauabschnitt von Ingolstadt bis Jochenstein liegen an 14 Pegeln Beobachtungsdaten über einen Zeitraum von mindestens 56 Jahren vor. Der überwiegende Teil der Pegel ist seit dem Winter 1895/96, d. h. über 91 Jahre hindurch, in Betrieb. In Pfelling wurden die Beobachtungen erst im Winter 1929/30 aufgenommen. Zwischen Devin und Sturovo gibt es Beobachtungen in Bratislava (85 Jahre), in Palkovice (55 Jahre) und in Komarno (85 Jahre). Im ungarischen Donauabschnitt stehen die Beobachtungen in Budapest und Mohacs seit dem Winter 1900/01 (85 Jahre) und in Dunaujvaros und Paks seit dem Winter 1945/46 (40 Jahre) zur Verfügung.

Für die jugoslawischen Stationen Bezdan, Bogojevo, Novi Sad, Zemun und Smederevo gibt es Beobachtungen seit dem Winter 1900/01, die in den Jahren des I. und des II. Weltkrieges unterbrochen waren. In der Station V. Gradiste begann die Beobachtung mit dem Winter 1924/25. In den rumänischen Stationen Drobeta-Turnu Severin

Кроме этих публикаций, Дунайская Комиссия с 1953 года издает „Гидрологический ежегодник реки Дунай“, который, кроме обзора и статистической обработки уровней воды, расхода, температуры воды и воздуха и наносов, приводит также характеристики ледового режима на главных водомерных постах Дуная [Специальная литература 4]. Последние общие обзоры о ледовом режиме Дуная освещают его развитие до 1960 года. Цель настоящей работы – расширить и дополнить эти данные до 1985 года, т. е. за 25 лет, в течение которых реализованы многие значительные вмешательства человека. Это, например, за исключением гидроузлов Кахлет, Йохенштейн и Ибс-Перзенбойг, все гидроэлектростанции на Дунае от Ингольштадта до Джердапа II, как и тепловые электростанции и многие промышленные комплексы, сбрасывающие отходящее тепло в Дунай, и некоторые важные руслорегулирующие мероприятия, улучшающие судоходные условия на Дунае.

3.2 Сеть станций наблюдений

Для оценки даты начала и конца ледовых явлений, гидрологических данных, многолетней характеристики ледового режима Дуная и его главных притоков, как и температурной характеристики зим с наличием ледовых явлений в отдельных придунайских странах, имеются в распоряжении исходные данные водомерных постов, перечень которых приводится в табл. 1, 4 и на рис. 2.

На немецком участке Дуная от Ингольштадта до Йохенштейна (это на 14 водомерных постах) имеются данные наблюдений за период минимум 56 лет. Большая часть водомерных постов работает с 1895 – 1896 года, т. е. более 91 года. В Пфеллинге начались наблюдения уже зимой 1929 – 1930 года. Между Девином и Штуроу наблюдения ведутся в Братиславе (85 лет) Палковичово (55 лет) и Комарно (85 лет). На венгерском участке Дуная имеются в распоряжении наблюдения в Будапеште и Мохаче с зимы 1900 – 1901 года (85 лет) и в Дунауйвароше и Пакше с зимы 1945 – 1946 года (40 лет.) В югославских водомерных постах Бездан, Богоево, Нови Сад, Земун и Смедерево имеются в распоряжении данные наблюдений с зимы 1900 – 1901 года, но в годы Первой и Второй мировых

und Braila wurde das Eis ab Winter 1932/33 und im Hafen von Giurgiu ab 1941/42 beobachtet, d. h. die Angaben entstammen einer 53jährigen bzw. 44jährigen Reihe. Ab Winter 1941/42 stehen die Angaben über Eisvorkommen an den bulgarischen Stationen Novo Selo, Lom, Svistov, Ruse und Siliстра zur Verfügung.

Das Eisregime wurde an den Nebenflüssen Morava in Moravsky Jan und Ipel in Ipelsky Sokolec seit dem Winter 1925/26, an der Vah in Sala seit 1926/27, am Hron in Brehy seit 1951/52 beobachtet. Für die Flüsse Drava (Donji Miholjac), Tisza (Senta) und Sava (Sremska Mitrovica) gibt es mit Lücken Beobachtungen seit dem Winter 1900/1901. An der Sava in Belgrad registriert man die Eisphänomene seit 1921/22 und am V. Morava (Ljubicevski Most) seit 1922/23. Für die rumänischen Flüsse Jiu, Olt, Arges, Jalomita und Siret gibt es Beobachtungen an Pegeln ab dem Winter 1951/52, d. h. seit insgesamt 34 Jahren. Bei der Erstellung der Tabelle 5 wurden aus den Materialien der mitarbeitenden Organisationen nur die Angaben ab 1900/01 verwendet. In Tabelle 4 sind in den Spalten 5, 6 und 7 alle Beobachtungen aufgeführt.

3.3 Eisregimecharakteristik

Gemäß dem Vorschlag zur Methodik wurden für die Beschreibung der Eischarakteristik jeweils Beginn und Ende der Eiserscheinungen und der Eidecken (AEE, AED, EED und EEE) wie auch deren Dauer DEE und DED verwendet. Daraus wurden für jede in die Untersuchung einbezogene Station die Extreme ausgewählt und zwar

- der früheste AEE und AED,
- das späteste EED und EEE,
- die längste Gesamtdauer der EE und ED und
- die durchschnittliche Dauer der EE und ED.

Diese Daten sind in Tabelle 5 zu finden. Sie sind graphisch für den gesamten Beobachtungszeitraum (Abb. 12a), sowie für 1945–1985 (Abb. 12b), 1955–1985 (Abb. 12c) und 1965–1985 (Abb. 12d) dargestellt.

Wie im Falle der Temperaturbeobachtungen gilt auch für das Eisregime, daß die Daten infolge der anthropogenen Eingriffe am Fluß nicht homogen sind. Die gewählte Darstellung läßt folgendes erkennen:

- Im gesamten Beobachtungszeitraum ergaben sich die jeweils frühesten EE an den Stationen von Ingolstadt bis Mohacs im November (Ausnahmen bildeten Stationen mit kürze-

войн они были прерваны. В водомерном посту В. Градиште наблюдения начались с зимы 1924 – 1925 года. В румынских водомерных постах Дробета – Турну Северин и Браила наблюдения за ледовыми явлениями начались с зимы 1932 – 1933 года, а в порту Джурджу с 1941 – 1942 года, т. е. соответственно 53- или же 44-годовой ряд. Начиная с зимы 1941 – 1942 года имеются данные о ледовых явлениях в болгарских водомерных постах Ново Село, Лом, Свиштов, Русе и Силистра.

За ледовым режимом на притоках начались наблюдения на Мораве в Моравском Яне и на Ипеле в Ипельском Соколце с зимы 1925 – 1926 года, на р. Ваг в Шале с 1926 – 1927 года, на притоке Грон в Бреги с 1951 – 1952 года. На притоках Драва (Д. Михоляц), Тиса (Сента) и Сава (Ср. Митровица) наблюдения с перерывами проводились с зимы 1900 – 1901 года. На р. Сава в Белграде наблюдения ведутся с зимы 1921 – 1922 года, а на р. В. Морава (Люб. Мост) с 1922 – 1923 года. На румынских притоках Жиу, Олт, Ардеш, Яломица и Сирет наблюдения в водомерных постах проводятся с зимы 1951 – 1952 года, т. е. 34 года. При составлении табл. 5 использовался материал сотрудничающих организаций только с зимы 1900 – 1901 года. В табл. 4 в колонках 5, 6 и 7 приводятся все наблюдения.

3.3 Характеристика ледового режима

В соответствии с проектом методики при составлении этой характеристики использовались: даты начала и конца ледовых явлений и ледостава (НЛЯ, НЛЕ, КЛЯ, КЛЕ), как и их продолжительность ПЛЯ и ПЛЕ. Из них для каждого оцениваемого водомерного поста избраны экстремальные значения этих сроков и продолжительность, а именно:

- самая ранняя дата НЛЯ и НЛЕ,
- самая поздняя дата КЛЯ и КЛЕ,
- наиболее долгая общая продолжительность ЛЯ и ЛЕ,

которые содержатся в табл. 5. Ход этих данных изображен графически за весь период наблюдений (рис. 12a), за период 1945 – 1985 гг. (рис. 12b), 1955 – 1985 гг. (рис. 12в) и 1965 – 1985 гг. (рис. 12г).

Как для температурных наблюдений, так и для ледового режима действительно, что комплексы данных неоднородны в результате антропогенных воздействий на водотоки.

ren Beobachtungszeiträumen – Schwabelweis, Pfelling, Hofkirchen und Palkovicovo), ab Bezdan bis Braila treten sie erst im Dezember auf. Das früheste Eintreten der ED liegt weitgehend im Dezember; das gilt jedoch vor allem nicht für Linz, Stein-Krems, Drobota-Turnu Severin und Novo Selo. Der späteste Abgang der ED und das späteste Ende der EE liegen im März – eine Ausnahme bilden wieder Linz und Drobota-Turnu Severin (kürzere Beobachtungszeiträume). Die längste Dauer der EE überschreitet 50 Tage, nur in Bezdan und Bogojevo sinkt sie unter diesen Wert. Die längste Dauer der ED an den Stationen zwischen Ingolstadt und Passau schwankt zwischen 40 und 86 Tagen. In Engelhartszell, Linz, Stein-Krems und in Wien sind es 0 bis 40 Tage. Ab Bratislava bis Smederevo und ab Novo Selo bis Braila ergeben sich wieder mehr als 50 Tage.

- In dem 40-Jahreszeitraum 1945 bis 1985 ergab sich das erste Eintreten der EE an allen Donaustationen im Dezember, das erste Eintreten der ED auch im Dezember, nur ausnahmsweise (Ingolstadt, Regensburg, Wien, ab Dunauvaros bis Paks, in Novi Sad, Smederevo und in Drobota-Turnu Severin) erst im Januar. Die letzten ED und EE lagen überall im März, nur in Drobota-Turnu Severin trat die späteste EED im Januar (an dieser Station gab es 1973–1984 keine Eisregistrierungen) auf. Die längste Dauer der EE und ED zeigt ähnliche Tendenz wie auch den absolut höchsten Wert für den ganzen Beobachtungszeitraum auf. In den Stationen Linz und Stein-Krems wurde die ED nicht beobachtet.
- In dem 30-Jahreszeitraum 1955–1985 ergab sich der früheste AEE im Dezember, der früheste AED im Dezember und Januar; ab Engelhartszell bis Bratislava und ab Drobota-Turnu Severin bis Svistov gab es keine ED. Das späteste EED und EEE lag im März. Eine Ausnahme bilden Schwabelweis, Engelhartszell, Drobota-Turnu Severin und Svistov. Die maximale Dauer der ED überschreitet 50 Tage in manchen Stationen des oberen Abschnittes, im mittleren Abschnitt ab Budapest bis Bogojevo und im unteren Abschnitt in Silistra. Die maximale Dauer der EE ergibt sich bis zur Station Novi Sad ähnlich wie in dem 40-Jahreszeitraum, und unterhalb von Novi Sad zeigt sich die gleiche Tendenz, jedoch mit kleineren Werten als im Zeitraum 1945–1985.
- Im 20-Jahreszeitraum 1965–1985 sind markante Änderungen in den Eintrittszeiten wie auch in

Используемое изображение позволяет констатировать изменения в характерных сроках и продолжительности, что можно обобщить следующим образом:

- в течение всего периода наблюдений самой поздней была дата начала ЛЯ в водомерных постах от Ингольштадта до Мохача в ноябре (исключение представляют водомерные посты с более коротким периодом наблюдений – Швабельвейс, Пфеллинг, Хофкирхен и Палковичово); от Бездана до Браилы – в декабре. Самая ранняя дата начала ЛЕ в декабре; это недействительно только в водомерных постах Линц, Штайн-Кремс, Дробета-Турну Северина и Лом. Самый поздний конец ЛД и ЛЕ в марте, за исключением опять Линца и Дробета-Турну Северин (более короткий период наблюдений). Наиболее долгая продолжительность ЛЯ превышает 50 дней, только в водомерных постах Бездан и Богоево падает ниже этого значения. Наиболее долгая продолжительность ЛЕ в водомерных постах между Ингольштадтом и Пассау колеблется между 40 и 85 днями. В Энгельхартцелле, Линце, Штайн-Кремсе и Вене это 0 – 40 дней. От Братиславы до Смедерево и от Ново Село до Браилы – это опять более 50 дней.
- В 40-летии (1945 – 1985 гг.) первые даты начала ЛЯ относятся к декабрю во всех водомерных постах Дуная, первые даты начала ЛЕ относятся также к декабрю, как исключение в некоторых местах (Ингольштадт, Регенсбург, Вена, от Дунауйвароша до Пакша, Нови Сад, Смедерево и Дробета-Турну Северин) к январю. Дата последнего ЛЯ и ЛЕ везде относится к марта, только в Дробета-Турну Северине дата самого позднего конца ЛЕ относится к январю (в этом водомерном посту за период 1973 – 1984 гг. нет данных о льдах). Наиболее долгая продолжительность ЛЯ и ЛЕ имеет подобную тенденцию и абсолютное значение как за весь период наблюдений. В водомерных постах Линц и Штайн-Кремс ЛЕ не наблюдался.
- В 30-летии (1955 – 1985 гг.) дата самого начала ЛЯ относится к декабрю, дата самого раннего начала ЛЕ к декабрю – январю; в водомерных постах от Энгельхартцелля до Братиславы и от Дробета-Турну Северина до Свиштова ЛЕ не настал. Дата самого позднего КЛЕ и КЛЯ

der Dauer der EE und ED zu erkennen. Die ersten Eiserscheinungen gab es im Dezember auf dem oberen Donauabschnitt, die letzten dort im Februar (nur ausnahmsweise im März – Deggendorf), im Mittel- und Unterlauf bis zur ersten Märzhälfte. Eisdecken ergaben sich zwischen Straubing und Engelhartzell, ab Budapest bis Drobeta-Turnu Severin und ab Ruse bis Braila mit frühestem AED und EED im oberen und mittleren Flußabschnitt im Januar und Anfang Februar. Am Unterlauf trat der früheste AED im Januar und das späteste EED im März auf. Die längste Dauer der EE betrug meistens 50 Tage, nur ab Drobeta-Turnu Severin wurde dieser Wert überschritten. Als längste Eisdeckendauer wurden 25 Tage registriert (Ausnahme Silistra mit 58 Tagen).

Für die bedeutsamen Winterperioden 1953/54, 1955/56, 1962/63 und 1984/85 ist die Eissituation der Donau an den Stationen zwischen Ingolstadt und Braila in den Abbildungen 13a bis 13e graphisch dargestellt.

Für die einzelnen Winterperioden wurden deren Temperaturcharakteristiken erarbeitet. Sie sind durch die negative Temperatursumme Σt_a , die für den Eintritt der ersten EE und ED erforderlich ist, die Luft- und Wassertemperatur am ersten Tag mit EE und ED und die für den Eisabgang notwendige positive Temperatursumme gekennzeichnet. Für die bedeutsamen Winterperioden ist t_a für die jeweils ersten Tage mit EE und ED wie auch Σt_a für AEE und AED flüssig in den Abbildungen 14a und 14b graphisch dargestellt.

Der Vergleich des Eintretens der EE und der Werte t_a und Σt_a bestätigt die Abhängigkeit zwischen diesen Größen, z. B. für den frühesten AEE (Abb. 13e und 14a). Im Winter 1984/1985 sind im Abschnitt Vilshofen-Passau am ersten Tag mit EE (am 1. Januar) höhere Temperaturen (ca. -3 bis -5 °C) und niedrigere Σt_a (ca. -25 °C) als bei späteren AEE in dem Abschnitt Baja-Bezdan (t_a ist ca. -17 °C und Σt_a ca. -100 °C) aufgetreten.

Diese Beziehung ist nicht überall gleich und so eindeutig, weil bei Entstehung von EE in den einzelnen Donauabschnitten in unterschiedlichem Maß auch andere natürliche und künstliche Einflüsse bestehen.

3.4 Anthropogen begründete Eisregimeänderungen

In den einzelnen Länderberichten werden die Eisregimeänderungen nach anthropogenen Eingriffen ausgewertet.

относится к марта. Исключение составляет Швабельвейс, Энгельхартцелль, Дробета-Турну Северин и Свиштов. Максимальная продолжительность ЛЕ превышает 50 дней в некоторых водомерных постах на верхнем участке, далее на среднем участке (от Будапешта до Богоево) и на нижнем участке (Силистра). Максимальная продолжительность ЛЯ до водомерного поста Нови Сад аналогична, как в 40-летии, и ниже Нового Сада имеет одинаковую тенденцию, но более низкие значения, чем в упомянутый период 1945 – 1985 гг.

– В 20-летии (1965 – 1985 гг.) можно заметить значительные изменения сроков и продолжительности ЛЯ и ЛЕ. Первые ледовые явления были в декабре, последние – на верхнем участке в феврале (только изредка в марте – Деггендорф), в среднем и нижнем течениях – до половины марта. Ледостав настал в водомерных постах между Штраубингом и Энгельхартцеллем, от Будапешта до Дробета-Турну Северина и от Рузе до Браилы с датой самого раннего НЛЕ и КЛЕ в верхнем и среднем течениях в январе и в начале февраля; в нижнем течении дата самого раннего НЛЕ относится к январю, дата самого позднего КЛЕ – к марта. Самая долгая продолжительность ЛЯ составляла 50 дней, только на участке от Дробета-Турну Северина она превысила это значение. Самая долгая продолжительность ледостава составляла 25 дней, в Силистре отметили 58 дней.

Для значительных зимних периодов 1953/54, 1955/56, 1962/63 и 1984/85 гг. ледовая обстановка на Дунае в водомерных постах между Ингольштадтом и Браилой представлена в графическом виде на рис. 13а – 13д.

Для отдельных зимних периодов разработана также их температурная характеристика, которую определяет отрицательная температурная сумма Σt_a , необходимая для появления первых ЛЯ и ЛЕ, температура воздуха и воды в первый день с ЛЯ и ЛЕ, положительная температурная сумма, необходимая для схода льда. Для значительных зимних периодов t_a в первый день с ЛЯ и ЛЕ, как и Σt_a для НЛЯ и НЛЕ вдоль водотока приводятся в графическом виде на рис. 14а, 14б.

Сравнение начала появления ЛЯ и значений t_a и Σt_a подтверждает зависимость между этими величинами, например, для более

Die Eisverhältnisse im deutschen Donauabschnitt sind durch Regulierungen des Flussbettes im vergangenen Jahrhundert und durch den Wasserkraftausbau beeinflußt. Die neue Linienführung nach der Regulierung verkürzte die Lauflänge, beseitigte Bifurkationen und änderte den Flussquerschnitt. Gleichzeitig wurden Flusschlingen, Feststoffbänke und Inseln beseitigt, die Hindernisse für den Abgang von Eisschollen darstellten und in früheren Jahren zu Eisstauungen mit Überschwemmungen geführt hatten. In der Donau wurden Regulierungen flussaufwärts von Kelheim ab der Weltenburger Enge durchgeführt. Flussabwärts hat man sich bei Regulierungen auf Durchstiche beschränkt. Einschlägige Untersuchungen bestätigen qualitativ, daß sich durch diese Maßnahmen die Eisprobleme vermindert haben. Zahlenangaben darüber fehlen jedoch. Die Beobachtungen von EE wurden nur an den Pegeln durchgeführt. Für die Zwischenabschnitte liegen keine Angaben vor.

Durch den Ausbau der Wasserkraftstufen haben sich die Eisverhältnisse grundlegend geändert. Bei Frost entsteht in den Stauhaltungen sehr schnell eine durchgehende Eisdecke, die dann, besonders wenn sie mit Schnee bedeckt wird, einen Schutz vor weiterer Abkühlung darstellt. Eisaufbruch und -abgang folgen problemlos, selbst im Hochwasserfall. Es kommt nicht zur Eisdrift (Eisschollenabgang), da dazu die erforderlichen freien Flussstrecken nicht zur Verfügung stehen. Wenn aber bei hohen Wasserständen und Öffnung der Wehrverschlüsse starker Frost eintritt, kann es zu Eisgang kommen.

Die Abwärmeeinleitung aus den Wärmekraftwerken hat nur geringen Einfluß auf die Eisbildung. Es wurde festgestellt, daß sich die Eisbildung bis 25 km unterhalb von Kühlwassereinleitungen um einen Tag gegenüber den anderen Flussabschnitten verzögert und auch nur bei entsprechender Auslastung des Kraftwerks. Die Wiederinbetriebnahme der Dampfkraftwerke Ingolstadt, Irsching und Pleinting in den Jahren 1977/78 läßt keinen Einfluß auf die Eisbildung erkennen.

Auch im österreichischen Abschnitt haben die Regulierungsarbeiten Auswirkungen auf das Eisregime. Die Donau durchfließt dieses Gebiet in einer Länge von 150 km in einem engen Tal und weitere 200 km in einem breiten Alluvialtal. Durch das Eishochwasser und seine Überschwemmungen im Jahre 1830 wurde die Regulierung des Flussbettes in Gang gebracht. In der

frühen HLLA (рис. 13d и 14a). В зимний период 1984/85 г. на участке Фильсхофен – Пассау (1 января) в первый день с ЛЯ температуры выше (прибл. -3 – -5 °C) и Σt_a меньше (прибл. -25 °C) чем при более позднем НЛЯ на участке Бая – Бездан (t_a около -17 °C и Σt_a около -100 °C). Это соотношение не всегда одинаково и однозначно, так как при возникновении ЛЯ на отдельных участках Дуная в различной мере проявляются и другие природные и искусственные влияния.

3.4 Изменения ледового режима в результате антропогенных воздействий

В отдельных национальных отчетах организаций-составляющих оцениваются изменения ледового режима в результате антропогенных воздействий.

На ледовую обстановку на немецком участке Дуная оказывает влияние регулирование русла, проводимое в прошлом веке, как и строительство гидроузлов. Новая трасса после регулирования сократила длину водотока, устранила бифуркацию и изменила по-перечный профиль русла. Одновременно были устранены меандры, осередки и острова, которые были препятствием для свободного прохождения льдин и в предыдущие годы вели к образованию ледовых заторов с наводнениями. На Дунае провелось регулирование от Кельхайма от Вельтенбургской тесниной против течения. Соответствующие исследования качественно подтвердили, что этими мероприятиями были уменьшены ледовые проблемы. Числовые данные об этом отсутствуют. По доступным данным научно-исследовательских разработок в результате регуляционных мероприятий проблемы со льдом уменьшились, однако, это нельзя подтвердить числовыми данными. Наблюдения за ЛЯ осуществляются только в водомерных постах, но на участках между ними нет данных.

В результате строительства каскадов коренным образом изменился ледовый режим. Во время мороза на водохранилищах очень быстро образуется сплошной ледяной покров, который, впоследствии, особенно если он покрыт снегом, представляет собой защиту от дальнейшего охлаждения. Таяние и сход льда происходит без проблем и во время половодья. Образование дрейфующего льда

österreichischen Fachliteratur wird die positive Wirkung auf das Eisregime der in den Jahren 1850 bis 1938 durchgeführten umfangreichen Regulierungsarbeiten hervorgehoben.

Stärkere Auswirkungen auf das Eisregime hat jedoch der Kraftwerksausbau. Bis Ende der 70er Jahre gingen in Österreich 4 Donaukraftwerke in Betrieb: Jochenstein, Ybbs-Persenbeug, Aschach und Wallsee-Mitterkirchen (in der Reihenfolge ihrer Inbetriebnahme).

Insgesamt ergaben sich folgende Änderungen im Eisregime:

- Die systematische Regulierung hatte eine Verminderung der Entstehungswahrscheinlichkeit der ED von $W=0,675$ auf $W=0,240$ zur Folge. Eine Eisdecke entsteht nur dann, wenn sie im tschechoslowakischen oder tschechoslowakisch-ungarischen Abschnitt vorbereitet wird.
- Die Wahrscheinlichkeit des AEE ist bis Bratislava gleich.
- Zum Eisabgang kommt es im oberen Abschnitt früher. Die Wahrscheinlichkeit des EED in Bratislava ist im Durchschnitt um eine Woche in die späteren Märztage (gegenüber den Stationen Engelhartszell-Wien) verschoben.
- Aus einer Analyse des Eisgangs wurde festgestellt, daß nach dem Ausbau des Kraftwerkes Kachlet bis zum Ausbaubeginn der weiteren Kraftwerke (1952) sich die Intensität des Eismattschabganges durchschnittlich um 46 % in Aschach, 36 % in Linz und 54 % in Ybbs verringert hat. Dieses Kraftwerk hat dem Eisgang aus der gesamten bayerischen Donau den Weg versperrt. Der Eisgang aus Inn und Enns in die Donau wurde nach dem II. Weltkrieg unterbrochen, als dort mit dem Staustufenbau begonnen wurde. Es besteht also eine direkte Beziehung zwischen Eisgang und dem Anwachsen von ED in den freien Flußabschnitten. Das Verhältnis zwischen der errechneten und wirklichen ED betrug vor dem Bau der Staustufe Kachlet $\lambda=0,365$, danach 0,250. Im tschechoslowakisch-ungarischen Abschnitt erreicht $\lambda=0,375$ (im Winter 1962/63). Oberhalb der Wasserkraftwerke beträgt $\lambda=0,193$ bis 0,238 für Kachlet, $\lambda=0,084$ für Jochenstein und $\lambda=0,083$ für Ybbs.
- Alle Charakteristiken belegen, daß sich nicht nur die Intensität des Eisgangs, sondern auch Menge und Eigenschaften des Eismaterials geändert haben. Nur außerordentlich harte Winterperioden können das Eisregime in

(ledoход) не происходит, так как для этого нет свободной трассы водотока. Однако, если во время половодья и при открытии затворов плотины, настанет сильный мороз, произойдет повторный ледоход.

Сброс отходящего тепла из тепловых электростанций оказывает только незначительное влияние на ледовый режим. Установлено, что образование льда за местом сброса охлаждающей воды на участке около 25 км начинается на один день позже, чем на остальных участках рек, если данная электростанция работает с достаточной нагрузкой. После обновления эксплуатации паровых электростанций Ингольштадт, Иршинг и Плейнинг в 1977 – 1978 гг. не было обнаружено никакого влияния на образование льда.

И на австрийском участке Дуная работы по регулированию русла имели большое значение для ледового режима. Река протекает через эту территорию на участке длиной 150 км в узкой долине и 200 км в широкой аллювиальной долине. Ледовое наводнение на Дунае в 1830 году мобилизовало все усилия, направленные на регулирование водотоков. В австрийской специальной литературе отмечаются положительные воздействия крупных руслорегулирующих работ, проведенных в 1850 – 1938 годы, на ледовый режим. Более существенное воздействие на ледовый режим оказывает строительство гидроузлов (ГУ). До конца 70-х годов эксплуатировалось 5 гидроузлов австрийского дунайского каскада, а именно: Йохенштейн, Ибс-Перзенбойг, Ашах и Вальзе (в соответствии с годом пуска в эксплуатацию).

В общем проявились следующие изменения в ледовом режиме:

- систематическое регулирование вызвало уменьшение вероятности появления ЛЕ с $P = 0,675$ до $P = 0,240$. Ледостав возникает только тогда, когда он распространяется с чехо- словацкого или чехо- словацко-венгерского участка;
- вероятность НЛЯ до Братиславы является одинаковой.
- очищение реки ото льда начинается раньше на верхнем участке; вероятность КЛЯ в Братиславе в среднем на одну неделю позже и приходится на более поздние дни марта по сравнению с водомерными постами Энгельхартцелль – Вена;
- по анализу шугохода установлено, что после строительства только одного ГУ Кахлет до

freien Abschnitten so „nachbilden“, wie es vor dem Wasserkraftausbau gewesen ist. Die Eintrittswahrscheinlichkeit solcher Winterperioden ist nur gering.

- In den Wasserkraftwerken liegen mehrjährige Erfahrungen über die Möglichkeiten zur Nutzung der isolierenden Wirkung einer Eisdecke vor. Es ist festzuhalten, daß EE im freien Fluß kürzer andauern als die ED im Bereich der Wasserkraftwerke.
- Schließlich hat die Regulierung der österreichischen Donau auch das Eisregime im tschechoslowakischen Abschnitt günstig beeinflußt. Dies bedeutet jedoch nicht, daß die mit den Eiserscheinungen verbundene Gefahr für immer gebannt wurde.

Nach 1970 wurden 5 weitere Kraftwerke (Ottenheim 1973, Altenwörth 1976, Abwinden 1979, Melk 1982 und Greifenstein 1984) gebaut. Seitdem trat bis 1985 Eis nur in Engelhartszell (1 Jahr) auf und die EE haben eine Eintrittswahrscheinlichkeit von 53–60 %, in Wien sogar nur 40 %. Dieser Rückgang ist neben dem Einfluß des Wasserkraftausbaus auch den milderden Winterperioden zuzuschreiben.

Auf der Donau zwischen Bratislava und Komarno sind als anthropogene Eingriffe nur Regulierungsarbeiten und Abwassereinleitungen zu nennen. Ihr Einfluß auf das Eisregime ist evident. Die im vorigen Jahrhundert (1876–1900) in jedem Winter auftretenden EE lassen sich durch fehlende Regulierungen für Nieder- und Mittelwasser erklären. Die Eiserscheinungen wurden durch zahlreiche Mäander, scharfe Krümmungen und Sandbänke unterstützt. In den ersten 30 Jahren dieses Jahrhunderts gab es 5 Winterperioden ohne EE, in den zweiten 4 und in den 25 Jahren von 1961–1985 in Bratislava 12 und in Komarno 7. In eisfreien Winterperioden sind die Lufttemperaturen verhältnismäßig hoch (bis 1960 immer über -10°C). In den letzten zwei Winterperioden des zweiten 30-Jahreszeitraumes waren die Temperaturen niedriger und EE blieben aus. Es ist zu vermuten, daß dies eine Folge einerseits der österreichischen Kraftwerke und andererseits des aktiven Grundwasserzustromes in der Infiltrationszone der Donau sowie im beträchtlichen Maß auch der warmen Stadt- und Industrieabwässer war. Die unterschiedliche Anzahl von eisfreien Jahren zwischen Bratislava und Komarno kann man dem Einfluß des Zubringers Vah zuschreiben.

Im ungarischen Donauabschnitt ist als gefähr-

начала строительства других каскадов (1952 г.) интенсивность шугохода уменьшилась в среднем на 46 % в Ашах, на 36 % в Линце и на 54 % в Ибсе. Этот гидроузел преградил путь шугоходу из всего Баварского Дуная. Шугоход из рек Инн и Энс в Дунай прекратился только после Второй мировой войны, когда здесь началось строительство каскадов. Таким образом, действительна прямая связь между шугоходом и ростом ЛЕ на безнапорных участках реки. Соотношение между расчетной и фактической продолжительностью ледостава до строительства ГУ Кахлет составляло $\lambda = 0,365$, после строительства 0,250. На чехо- словацко-венгерском участке опять $\lambda = 0,375$ (зимой 1962 – 1963). Над гидроузлами составляет $\lambda = 0,193 - 0,238$ для Кахлета, $\lambda = 0,084$ для Йохенштейна и $\lambda = 0,083$ для Ибса;

- все характеристики свидетельствуют о том, что не только интенсивность ледохода, но и количество и качество ледяных образований изменились. Только чрезвычайно суровые зимы способны имитировать тот ледовый режим на свободных участках, который был до строительства гидроузлов. Вероятность наступления таких зим, однако, весьма мала;
- на гидроузлах существует многолетний опыт о возможностях изоляционного воздействия ледового покрова. Необходимо отметить, что ЛЯ на свободном участке реки не продолжаются так долго, как ЛЕ на гидроузлах;
- и, наконец, регулирование австрийского Дуная оказало благоприятное влияние на зимний режим на чехо- словацком участке, что не означает окончательное устранение опасности, связанной с образованием льда.

После 1970 года было построено еще 5 гидроузлов (Оттенсхейм 1973 г., Альтенворт 1976 г., Абвинден 1979 г., Мелк 1982 г. и последний Грейфенштейн 1984 г.). С тех пор ЛЕ появился только в Энгельхартсцелле (1 год) и вероятность появления ЛЯ составила 53 – 60 % и в Вене только 40 %. Это понижение нельзя отнести только к влиянию гидроузлов, но и к наступлению более умеренных зим.

На Дунае между Братиславой и Комарно из антропогенных воздействий реализованы только регуляционные работы, или же сброс сточных вод. Их влияние на ледовый режим несомненно. ЛЯ, возникающие в прошлом столетии (1876 – 1900) каждой зимой, могут быть объяснены недостатком регулирования

detster Abschnitt hinsichtlich der EE der Bereich unterhalb Dunaföldvar zu bezeichnen. Zur Gefahrenminderung wurde hier schon im vergangenen Jahrhundert mit Regulierungsarbeiten begonnen. Im Laufe von 80 Jahren (bis zum Jahr 1945) wurden zwischen Dunaföldvar und Vukovar an 23 Stellen Regulierungsarbeiten (Uferverbau, Leitwerke, Buhnen) durchgeführt. Nach 1945 waren es die Regulierungen zwischen Baja und Mohacs. In den Jahren 1958 bis 1975 wurde die Donau gemäß der Einheitskonzeption ab Dunaföldvar bis zur Staatsgrenze mit Jugoslawien in einer Gesamtlänge von 67 km und auf jugoslawischem Gebiet zwischen km 1436 und km 1333 in einer Länge von 77 km reguliert. Diese Arbeiten haben das Eintreten von Eisdecken und -stauungen auf ein erträgliches Maß vermindert, was den Eisbrechereinsatz bei Gefahr von Eisstauungen und -überschwemmungen reduziert hat.

Die warmen Abwässer, die in die Donau geleitet werden, wirken auf das Eisregime durch eine Erhöhung der Wassertemperatur und durch Beeinflussung des physikalischen Eisbildungsprozesses (die Konzentrationssteigerung gelöster Stoffe wirkt verzögernd). In Budapest hat die Abwassereinleitung in den letzten 50 Jahren die Anzahl der Eistage gesenkt. Eine ähnliche Situation ergibt sich auch für andere Donauabschnitte. Dies wird besonders unterhalb des Kernkraftwerkes bei Paks sehr deutlich.

Neben den direkten Eingriffen auf ungarischem Gebiet ist hier auch die Wirkung des Betriebes der Wasserkraftwerke in Österreich zu erkennen. Infolge dieses Ausbaues haben sich objektiv die Eismengen, die auf den ungarischen Donauabschnitt zuschwimmen, vermindert. Was die anthropogenen Eingriffe in der rumänischen Donau betrifft, führt der Bericht [Rumänien 9] aus, daß deren Einfluß auf das Eisregime markanter ist als der der Temperatur. Die Stauanlagen fördern die oberstromige Bildung und Entwicklung des Eises infolge der kleineren Geschwindigkeiten im Vergleich zu einer freien Fließstrecke und sie beschleunigen das Eintreten der EE. Auf dem Fluß unterhalb der Stauanlagen verbessern sich die der Entstehung von EE gegenlaufenden Bedingungen wegen der großen Geschwindigkeiten und der Turbulenz, die der Wasserabfluß aus den Speichern verursacht. Außerdem wird in den Stauanlagen das Eis zurückgehalten. Der Bau von Wärmekraftwerken begünstigt den Rückgang von Eiserscheinungen durch Erhöhung der Wassertemperatur infolge

малых и средних расходов воды. Ледовым явлениям способствовали многочисленные мандрры, крутые изгибы и песчаные осередки.

В первом 30-летии настоящего века без ЛЯ было 5 зим, во втором – 4, а за остальные 25 лет (1961 – 1985 гг.) в Братиславе – 12 и в Комарно – 7 зим. Зимы без льда имеют сравнительно высокую температуру воздуха (до 1960 года всегда выше -10°C). Последние две зимы второго 30-летия имели температуру ниже, но остались без ЛЯ. Предполагаем, что это произошло в результате влияния австрийских гидроузлов, активного течения теплых подземных вод в инфильтрационной зоне Дуная, а также сброса подогретых городских и промышленных сточных вод. Разницу в количестве годов безо льда между Братиславой и Комарно можно отнести к влиянию притока Ваг. На венгерском участке Дуная с точки зрения наличия ЛЯ самым опасным является участок под Дунафельдваром. С целью уменьшения этой опасности здесь начали проводиться мероприятия по регулированию русла уже в прошлом веке. В течение 80 лет (до 1945 года) между Дунафельдваром и Вуковаром на 23 местах проводились регулировочные работы (берегоукрепительные работы, руслонаправляющие сооружения, дамбы). После 1945 года это были работы по регулированию русла на участке Бая–Мохач. В 1958 – 1975 гг. в соответствии с единой концепцией от Дунафельдвара до государственной границы с Югославией Дунай был зарегулирован на общей длине 67 км, а на территории Югославии между 1436 и 1333 км. Эти работы уменьшили до приемлемой меры возникновение ледостава и ледовых заторов. Уменьшилась также потребность в использовании ледоколов в случае опасности возникновения ледовых заторов и ледовых наводнений.

Подогретые сточные воды, сбрасываемые в Дунай, влияют на ледовый режим двояким образом, а именно: повышением температуры воды и изменением качества воды оказывают влияние на физические процессы образования льда (рост концентрации растворенных веществ замедляет этот процесс). В водомерном посту Будапешт за последние 50 лет сброс сточных вод в Дунай уменьшает количество дней с ЛЕ. Подобная ситуация наблюдается также на других участках Дуная. Это проявляется в значительной мере особенно за атомной электростанцией у Пакша.

der Einleitung warmer Abwässer. So wird z. B. am Donauzubringer Jiu durch das eingeleitete Warmwasser auch in den kältesten Winterperioden noch in großer Entfernung von der Einleitungsstelle die Eisbildung verhindert.

Кроме прямого влияния мероприятий на территории Венгрии наблюдается здесь и воздействие эксплуатации гидроузлов на австрийской территории. В результате их строительства объективно уменьшилось количество льда, попадающего на венгерский участок Дуная. Что касается антропогенных воздействий на румынском участке Дуная в отчете [Румыния 9] приводится, что их влияние на ледовый режим более значительное, чем при термическом режиме. Водохранилища способствуют и развитию льда в результате небольших скоростей воды, по сравнению с речным участком, и ускоряют появление ЛЯ. На водотоке под водохранилищами ухудшаются условия для возникновения ЛЯ как раз из-за большой скорости и турбулентности, вызванных вытеканием воды из водохранилища, как и для улавливания льда в пространстве водохранилища. Строительство тепловых электростанций имеет благоприятное влияние на ледовый режим в результате повышения температуры после сброса подогретых сточных вод. Так, например, на притоке Дуная Жиу препятствует сбрасываемая теплая вода и в самые холодные зимние периоды образованию льда еще на большом расстоянии от места сброса.

На реке Tisza (тисса) в районе города Szeged (Сегед) в 1962 году было открыто водохранилище Tisza-Tisza-Tisza. Водохранилище имеет длину 120 км и ширину 10 км. Оно расположено в южной части Венгрии и охватывает территорию площадью 133 км². Водохранилище было создано для регулирования стока реки Tisza и предотвращения наводнений. Оно имеет емкость 1,5 млрд м³ воды и глубину до 15 м. Водохранилище является важным источником водоснабжения для города Szeged и его окрестностей. Оно также используется для орошения сельскохозяйственных земель и для гидроэнергетики.

На реке Tisza в районе города Szeged в 1962 году было открыто водохранилище Tisza-Tisza-Tisza. Водохранилище имеет длину 120 км и ширину 10 км. Оно расположено в южной части Венгрии и охватывает территорию площадью 133 км². Водохранилище было создано для регулирования стока реки Tisza и предотвращения наводнений. Оно имеет емкость 1,5 млрд м³ воды и глубину до 15 м. Водохранилище является важным источником водоснабжения для города Szeged и его окрестностей. Оно также используется для орошения сельскохозяйственных земель и для гидроэнергетики.

4. SCHLUSSFOLGERUNGEN

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Auf dem 2288,6 km langen Donauabschnitt von Ingolstadt bis Braila nimmt die Jahresmitteltemperatur des Wassers im Zeitraum 1956–1985 um 0,5 bis 4,0 K zu. Zwischen einzelnen Flussstationen wurden auch Temperaturabnahmen beobachtet (Tab. 3a, 3b, 3c). Dies ist das Ergebnis des Zusammenwirkens von längs dem Fluß sich ändernden klimatischen Verhältnissen, dem Beitrag der Zubringer und der verschiedenartigen anthropogenen Eingriffe.

Langfristig gesehen nimmt die Wassertemperatur auf dem oberen und mittleren Donauabschnitt zu, wenn auch der Trend unterschiedlich ist (Abb. 10a, 10b, 10c). Ausnahmen bilden die Stationen Komarno und Smederevo. Auf der unteren Donau ist die Temperaturentwicklung fallend oder gleichbleibend. Bei 75 % der Stationen an der oberen und unteren Donau stimmen die langfristigen Trends der Wasser- und Lufttemperatur überein. An der mittleren Donau ist dieser Trend an 70 % der Stationen gegenläufig.

Beziehungen zwischen den die Wassertemperatur beeinflussenden Faktoren, besonders der Lufttemperatur und dem Durchfluß, ermöglichen die Charakterisierung des Temperaturregimes der Donau. Abweichungen vom natürlichen Regime infolge anthropogener Eingriffe am Fluß und im Einzugsgebiet lassen sich damit erklären. Die Analyse der verfügbaren Daten deutet an, daß einige nicht geeignete Meßstellen gewählt wurden. Es wäre anzuraten, die Beobachtungsstationen nach den Ergebnissen der Analysen zu überprüfen.

Die Donau hat zwei unterschiedliche Eisregime, nämlich in Flußabschnitten mit unbeweißtem Wasserspiegel und in gestauten Strecken. An den betrachteten Stationen längs dem Fluß, für die über die ganze Auswerteperiode Beobachtungsdaten vorlagen, gab es folgende charakteristische Anfangs- und Endzeitpunkte sowie Dauern von EE und ED:

– Im gesamten Zeitraum traten die jeweils frühesten EE an den Stationen von Ingolstadt bis Mohacs im November (Ausnahmen bildeten Stationen mit kürzeren Beobachtungszeiträumen – Schwabelweis, Pfelling, Hofkirchen und

На участке Дуная длиной 2288,6 км от Ингольштадта до Браилы повышается среднегодовая температура воды за период 1956 – 1985 гг. на 0,5 – 4,0 К. Между отдельными водомерными постами на реке наблюдается и понижение температуры (табл. За, 3б, 3в). Это является результатом взаимодействия изменяющихся вдоль водотока климатических условий, влияния притоков и различных антропогенных воздействий.

С точки зрения долговременного развития температура воды на верхнем и среднем участках повышается, и хотя тенденция различная (рис. 10а, 10б, 10в). Исключение представляет водомерный пост Комарно и Смедерево. На нижнем Дунае развитие температуры с понижением или без перемен. В 75 % станций на верхнем и нижнем Дунае долговременные тенденции температуры воды и воздуха в соответствии.

Зависимости между факторами, влияющими на температуру воды, особенно, температурой воздуха и расходом, позволяют характеризовать термический режим Дуная. Этим можно объяснить отклонения от естественного режима в результате антропогенных воздействий на водотоке и в бассейне. Анализ полученных данных показывает, что были выбраны некоторые неприемлемые места. Было бы целесообразным изучить станции наблюдений согласно результатам анализа. На Дунае два различных ледовых режима, а именно: с уровнем воды без каких-либо воздействий и на подпerteх бьефах. В исследуемых станциях вдоль водотока, где были данные наблюдений для всего оцениваемого периода, были следующие характерные начало, конец и продолжительность ЛЯ и ЛЕ:

- самая ранняя была дата начала ЛЯ в водомерных постах от Ингольштадта до Мохача в ноябре (исключение представляют водомерные посты с более коротким периодом наблюдений в Швабельнейсе, Пфеллинге, Хофкирхене и Палковичово); от Бездана до Браилы – это в декабре,
- самая ранняя дата начала ЛЕ в декабре; это

- Palkovicovo) auf, ab Bezdan bis Braila erst im Dezember.
- Das früheste Eintreten der ED liegt im Dezember; außer in Linz, Stein-Krems, Drobeta-Turnu Severin und Lom.
 - Der späteste Abgang der ED und das späteste Ende der EE liegen im März – eine Ausnahme bilden wieder Linz und Drobeta-Turnu Severin (kürzere Beobachtungszeiträume).
 - Die längste Dauer der EE überschreitet 50 Tage, nur in den Profilen Bezdan und Bogojevo sinkt die Dauer unter diesen Wert.
 - Die längste Dauer der ED an den Stationen zwischen Ingolstadt und Passau schwankt zwischen 40 und 85 Tagen. In Engelhartszell, Linz, Stein-Krems und in Wien sind es 0 bis 40 Tage. Ab Bratislava bis Smederevo und ab Novo Selo bis Braila ergeben sich wieder mehr als 50 Tage.
- Je nach Auswertezeitraum, z. B. 1945–1985 oder 1965–1985, sind diese charakteristischen Merkmale unterschiedlich. Als genereller Trend im gesamten Zeitraum ist festzustellen, daß der Beginn von EE und ED immer später eintritt und das Ende von EE und ED immer früher. Entsprechend verkürzt sich die Dauer von EE und ED. Ähnlich wie bei der Wassertemperatur werden diese Verschiebungen eher den anthropogenen Eingriffen an der Donau und ihren Zubringern als klimatischen Änderungen zugeschrieben.
- недействительно только в водомерных постах: Линц, Штайн-Кремс и Дробета-Турну Северин и Лом,
- самый поздний конец ЛЯ и ЛЕ в марте, за исключением опять Линца и Дробета-Турну Северина (более короткий период наблюдений),
 - наиболее долгая продолжительность ЛЯ превышает 50 дней, только в водомерных постах Бездан и Богоево падает ниже этого значения,
 - наиболее долгая продолжительность ЛЕ в водомерных постах между Ингольштадтом и Пассау колеблется между 40 и 85 днями; в Энгельхартсцелле, Линце, Штайн-Кремсе и Вене – это 0 – 40 дней; от Братиславы до Смедерево и от Ного Село до Браилы – это опять более 50 дней.
- В исследуемых периодах (напр. 1945 – 1985 или 1965 – 1985 и т. д. эти данные изменялись в зависимости от характера влияющих элементов. Обычно начало ЛЯ и ЛЕ настает позднее, конец ЛЯ и ЛЕ настает раньше и соответственно сокращается и продолжительность ЛЯ и ЛЕ. Подобно, как в случае термического режима, эти изменения чаще приписываются искусственным воздействиям, чем климатическим изменениям.

Der vorgelegte Gesamtbericht zum Thema 2 „Temperatur- und Eisregime der Donau und ihrer wichtigeren Zubringer“ wurde aus den bereitgestellten Einzelmaterien der Donauländer erarbeitet. Damit konnte eine Grundlage geschaffen werden, die es den Ländern ermöglicht, aus der Gesamtzusammenschaus heraus die Interpretation ihrer Beiträge zu vertiefen und im Laufe der Zeit wünschenswerte Ergänzungen ihrer Angaben und Informationen beizutragen.

Die dieses Projekt koordinierende Institution, die Forschungsanstalt für Wasserwirtschaft in Bratislava, wie auch die Projektleiterin selbst gestatten sich hiermit, den Experten aus den einzelnen Donaustaaten für die Beibringung der Unterlagen und Literaturquellen sowie für die wertvollen Ratschläge während der Themenbearbeitung und der redaktionellen Vorbereitung dieser Publikation den besten Dank auszusprechen.

Представленный сводный отчет по теме 2 „Термический и ледовый режим Дуная и его основных притоков“ разработан на основе материалов отдельных придунайских стран. Так могла быть разработана основа, которая позволяет этим странам расширить по общему обзору интерпретацию своих материалов и со временем, по желанию пополнить свои данные и информацию.

Организация, координирующая этот проект, Научно-исследовательский институт водного хозяйства в Братиславе, как и руководитель проекта, выражают искреннюю благодарность экспертам отдельных придунайских стран за предоставление исходных данных и литературных источников, а также за ценные советы во время разработки темы и редакционной подготовки настоящей публикации.

Bratislava, September 1993

LITERATUR – ЛИТЕРАТУРА

Bundesrepublik Deutschland

- [1] BAYER. LANDESAMT FÜR WASSERWIRTSCHAFT: Projekt Nr. 2 „Temperatur- und Eisregime der Donau und ihrer wichtigsten Zubringer“. I. Teil, München, Sept. 1989; II. Teil, München, April 1990 D
- [2] DEISENHOFER, J.: Das Wassertemperaturregime der deutschen Donau. XVI. Konferenz der Donauländer, Kelheim, Mai 1992, S. 337–342 D
- [3] LÄNDERARBEITSGEMEINSCHAFT WASSER (LAMA): Grundlagen für die Beurteilung von Kühlwassereinleitungen in Gewässer. 3., verbesserte Auflage, Erich Schmidt Verlag, Berlin 1991 D
- [4] OBERSTE BAUBEHÖRDE IM BAYER. STAATSMINISTERIUM DES INNERN: Wärmeplan Bayern. München 1981 D
- [5] VAN RINSUM, A.: Die Eisverhältnisse der Donau. Mitteilungen der Geographischen Gesellschaft in München, Band 47, 1962 D
- [6] VÖLK, J.: Die Eisverhältnisse der Donau und der übrigen Gewässer Bayerns, insbesondere im Winter 1962/63. Deutsche Gewässerkundliche Mitteilungen 1967, Sonderheft S. 72f D

Österreich

- [1] BÖCK, H.: Eisverhältnisse der Donau im Stauraum Jochenstein, Österreichische Wasserwirtschaft, Jahrg. 8, H. 5/6, 1956, S. 197 D
- [2] GRUBER, O.: Gewässerkunde und Hydrographie im Bundesstrombauamt. Österreichische Wasserwirtschaft., Jahrg. 21, H. 1/2, S. 27–34 D
- [3] KRETSCHMER, O.: Über Eisverhältnisse und Standortwahl von Kernkraftwerken an der österreichischen Donau. Österreichische Wasserwirtschaft, Jahrg. 25, H 11/12, S. 243–253 D
- [4] TECHNISCHE UNIVERSITÄT WIEN: Temperatur- und Eisregime der Donau und ihrer wichtigeren Zubringer, Österreichischer Beitrag. Wien, Sept. 1989 D

Tschechoslowakei

- [1] BRACHTL, I.; STANČÍKOVÁ, A.: Výskum zmeny zimného režimu po výstavbe v. d. Gabčíkovo-Nagymaros. (Erforschung der Eisregimeänderungen nach dem Ausbau vom Wasserwerk Gabčíkovo-Nagymaros.) Záverečná správa, VÚVH, Bratislava 1975 a 1976, 65 s. a 36 s. SL
- [2] FORSCHUNGSANSTALT FÜR WASSERWIRTSCHAFT: Temperatur- und Eisregime der Donau und ihrer wichtigsten Zubringer. I. Teil, Bratislava, Dez. 1989 SL

^{+) In der vorliegenden zweisprachigen Ausgabe werden die Titel sämtlicher Werke in der Originalsprache oder – wo dies nicht möglich war – in Russisch angegeben. Am rechten Rand des Literaturverzeichnisses wird bei jedem Werk die Originalsprache unter Anwendung folgender Symbole vermerkt: D – deutsch, E – englisch, F – französisch, R – russisch, RO – rumänisch, SL – slowakisch, TSCH – tschechisch.}

В настоящем двуязычном издании перечисленные работы приведены обычно на языке оригинала, а где это не было возможным, названия даются на русском языке. После каждой библиографической единицы, на правой полосе указан символ языка оригинала: D – немецкий, E – английский, F – французский, R – русский, RO – румынский, SL – словацкий, TSCH – чешский.

- [3] ПЕТРОВИЧ, Ш.: Установление зависимостей для прогноза ожидаемой температуры воздуха на основании процессов происходящих в атмосфере. Сборник рабочей группы по научной гидрологии бассейна реки при ДК. Будапешт, 1973, с. 151 – 162 R
- [4] СТАНЧИКОВА, А.: Установление зависимостей для прогноза ледовых явлений на основании расчета элементов теплового баланса и на основании предполагаемого развития метеорологических элементов. Сборник рабочей группы по научной гидрологии бассейна реки Дуная при ДК. Будапешт, 1973, с. 123 – 150 R
- [5] STANČÍKOVÁ, A.: Termická klasifikácia tokov pre potreby priemyslu a energetiky. (Die thermische Klassifikation der Flüsse für Einleitungen durch Industrie und Energiewirtschaft.) Edícia Veda a výskum praxi č. 48, VÚVH Bratislava, 1976 SL
- [6] SZOLGAY, J. – STANČÍKOVÁ, A.: Ledové pomery na Dunaji v úseku Devín-Palkovičovo. (Eisverhältnisse der Donau im Abschnitt Devin-Palkovicovo.) Záverečné správy VÚVH Bratislava, 1966, 1967 a 1969, 111 s., 72 s. a 61 s. SL
- [7] VOTRUBA, L. – PATERA, A.: Teplotní a zimní režim toků, nádrží a vodních děl. (Temperatur- und Eisregime von Gewässern, Wasserspeichern und Wasserkraftanlagen.) Academia, Praha, 1983, 550 s. TSCH
- [8] FORSCHUNGSANSTALT FÜR WASSERWIRTSCHAFT: Temperatur- und Eisregime der Donau und ihrer wichtigeren Zubringer – Methodik des Projektes Nr. 2, Bratislava 1988 D, R

Ungarn

- [1] VITUKI: Projekt Nr. 2 „Temperatur- und Eisregime der Donau und ihrer wichtigeren Zubringer“. I Teil, Budapest, Sept. 1989; II. Teil, Okt. 1989 D

Jugoslawien

- [1] FEDERAL INSTITUTE FOR HYDROMETEOROLOGY: Projekt 2: „Temperatur- und Eisregime der Donau und ihrer wichtigeren Zubringer“. Beograd, Juli 1990 D
- [2] PETKOVIĆ, S. – PAVLOVIĆ, R. – VARGA, S.: Concept and experience in controlling the ice regime on the yugoslav reach of the Danube after the construction of the Iron Gate Dam. (Концепция и опыт контроля ледового режима на югославском участке Дуная после строительства плотины Железные Ворота.) IAHR Ice Symposium 1984, Hamburg. Proceedings Vol. I., p. 291–302 E

Bulgarien

- [1] БНК по МГП: Проект № 2 „Термический и ледовый режим Дуная и его основных притоков“. София, февр. 1990 R

Rumänien

- [1] АНТИПА, Гр.: Дунай и его научные, экономические и политические проблемы. Академия Румынии. Исследования, Том VI, Бухарест, 1921 R
- [2] ДИАКОНУ, К. – БУРЧУ, Г. – СТРОЯ, Е.: Некоторые результаты изучения температуры воды рек СР Румынии. Гидрологические исследования, Том III, Бухарест, 1962, с. 25 – 49 R
- [3] ДИАКОНУ, К.: Возможности прогноза уровней в условиях существования ледяной перемычки на Дунае. III Международная конференция о гидрологических прогнозах придунайских стран. Бухарест, 1965 R
- [4] ДИАКОНУ, К.: По вопросу вычисления стоков воды в периоды с речными ледовыми явлениями. Гидротехника, Том 6, Бухарест, 1973, с. 289 – 295 R
- [5] ДИЯКОНУ, К. – МИТА, П.: Ледовой потенциал рек и озер Румынии. Рациональное использование и защита рек в населенных пунктах, промышленности, сельском хозяйстве. Том 1, Констанца, 1982, с. 252 – 257 R

- [6] DUMITRESCU, V.: Langfristige Vorhersage der Eisverhältnisse der Donau. VIII. Konferenz der Donauländer über hydrologische Vorhersagen. Regensburg 1975, Konferenzbericht, Koblenz 1977, S. 421–428 D
- [7] ДУМИТРЕСКУ, В. – СТАН, М.: Краткосрочный прогноз замерзания и оттепели на внутренних реках Румынии. Гидрологические исследования, Том XIII, Бухарест, 1965 R
- [8] ДУМИТРЕСКУ, В. – СТАН, М.: Прогноз оттепели на Дунае. Гидрологические исследования, Том XXI, Бухарест, 1967 R
- [9] Институт метеорологии и гидрологии: Проект № 2 „Термический и ледовый режим Дуная и его основных притоков“, Бухарест, окт. 1990 R
- [10] КОНСТАНТИНЕСКУ, К.: Факторы, обуславливающие существование и продолжительность зимних явлений на Дунае, на участке вниз по течению р. Северина. Гидротехника, водное хозяйство, метеорология, № I, Бухарест, 1964, с. 26 – 33 R
- [11] МИТА, П.: Замерзание Дуная в пик дельты. Гидрологические исследования, Том V, Бухарест, 1963, с. 53– 68 R
- [12] МИТА, П.: Возможности предвидения образования и эволюции ледостава на Нижнем Дунае. V Конференция придунайских стран по гидрологическим прогнозам. Белград, 12. – 14. 5. 1969, (Сборник докладов), с. 154 – 158 R
- [13] МИТА, П.: Часть V „Термика и замерзание“ работы „Реки Румынии“. Гидрологическая монография. Техническое издательство, Бухарест, 1970 RO
- [14] МИТА, П.: К вопросу стока на реках в результате увеличения ледового покрова. Метеорология и гидрология, Бухарест, 2/1976, с. 47 – 52 R
- [15] MITA, P.: Vorhersageverfahren für die Bildung bzw. Auflösung einer Eisdecke in der unteren Donau in Abhängigkeit von Lufttemperatur und Abfluß. VIII. Konferenz der Donauländer über hydrologische Vorhersagen. Regensburg 1975, Konferenzbericht, Koblenz 1977, S. 413–420 D
- [16] МИТА, П.: Модель анализа теплообмена воздух – вода. Гидротехника, Том 30, № 8, RO Бухарест, 1985, с. 278 – 280
- [17] МИТА, П.: Температура воды и ледовые явления на водотоках Румынии. Гидрологические исследования, Том 54, Бухарест, 1986
- [18] МИТА, П. – АНДРЕСКУ, Г.: О появлении ледовых перемычек на Дунае. XIII Конференция придунайских стран о гидрологических прогнозах. Белград, 1986 RO
- [19] МИТА, П. – МИСКАНУ, М.: Потенциальное тепло рек. Метеорология и гидрология. R Бухарест, 1/1986, с. 33 – 37
- [20] ПИСОТА, И. – ТРУФАШ, Б. – ЧУМПИЛЕАК, Г.: Термический режим Дуная. Рев. геол., географ. Серия геогр. XII, 1 – 2, 1968 R
- [21] ПОДАНИ, М.: Льдины на Дунае в период январь – март 1985 г. Происхождение, результаты, меры и выводы. Гидротехника, Том 30, № 7, Бухарест, 1985 R
- [22] ПОСЕА, А.: Зимние явления в бассейне Кришул Переде. Терра, Но I, 1969 R
- [23] СЕМЕНЕСКУ, М.: Ледовые явления на участке Железных Ворот. Метеорология, гидрология и водное хозяйство, № 4, Бухарест, 1960, с. 243 – 258 RO
- [24] СТАН, М.: Краткосрочные прогнозы замерзания на румынском участке Дуная. III Международная конференция по гидрологическим прогнозам придунайских стран. Бухарест, 1965 RO
- [25] ТРУФАС, В. – БАГРИНОВСКИ, В.: Температура и замерзание вод Дуная между Базиашом и Гура Вэии. Анналы Бухарестского Университета, 1985 R
- [26] ВАСИЛЕСКУ, Г.: Замерзание Дуная и морская навигация. Бюллетень пол. Общества, № 9, Бухарест, 1928 RO
- [27] ВОИОАСУ, Т.: Замерзание Дуная. Транспорт и пути сообщения, № 5, Бухарест, 1951 RO
- [28] ВРАБИЕ, К.: Аспекты происхождения ледовых явлений на реке Жиу. Вопросы гидротехники 1, Бухарест, 1971, с. 67 – 75 RO
- [29] Дунай между Базиашом и Чеатал Измаилом. Гидротехническая монография. RO Бухарест, 1967

- [30] Лимнология румынского участка Дуная. Монографическое исследование. Бухарест, RO 1967
- [31] Реки Румынии. Гидрологическая монография. Бухарест, 1971 RO
- [32] Зона впадения Дуная. Гидрологическая монография. Бухарест, 1963 RO
- [33] DONAUKOMMISSION: Bericht über die hydrologischen Zusammenhänge im Donauabschnitt von Devin bis Sulina (km 1880–0). Budapest 1954 D
- [34] Европейская Дунайская Комиссия и ее деятельность с 1856 по 1932 год. Париж, 1932 F

Sonderliteratur

- [1] DONAUKOMMISSION: Studie über das Eisregime des Flusses Donau. Budapest 1967, D 72 S.
- [2] ARBEITSGRUPPE FÜR DIE WISSENSCHAFTLICHE HYDROLOGIE DES DONAUEINZUGSGEBIETES BEI DER DONAUKOMMISSION: Bericht. Budapest 1967, D 167 S.
- [3] IHP-NATIONALKOMITEES DER DONAULÄNDER: Die Donau und ihr Einzugsgebiet – Eine hydrologische Monographie. 1986 D
- [4] DONAUKOMMISSION: Hydrologisches Jahrbuch des Flusses Donau. Jahrgänge 1953 bis 1987, Budapest. D

VERZEICHNIS DER TABELLEN

- Tab. 1 Übersicht der eingebrachten Beobachtungsstationen
Tab. 2 Angaben über die hydrologischen und klimatologischen Stationen
Tab. 3a Mittlere jährliche Wassertemperaturen im Bereich der oberen Donau für den Zeitraum 1956–1985
Tab. 3b Mittlere jährliche Wassertemperaturen im Bereich der mittleren Donau für den Zeitraum 1956–1985
Tab. 3c Mittlere jährliche Wassertemperaturen im Bereich der unteren Donau für den Zeitraum 1956–1985
Tab. 3d Mittlere jährliche Wassertemperaturen einiger wichtiger Zubringer für den Zeitraum 1956–1985
Tab. 4 Angaben über die Stationen mit Eisbeobachtungen
Tab. 5 Langzeitcharakteristiken des Eisregimes der Donau

ПЕРЕЧЕНЬ ТАБЛИЦ

- Табл. 1 Обзор представленных станций наблюдений
Табл. 2 Данные о гидрологических и климатологических станциях
Табл. 3а Среднегодовая температура воды на участке верхнего Дуная за период 1956 – 1985 гг.
Табл. 3б Среднегодовая температура воды на участке среднего Дуная за период 1956 – 1985 гг.
Табл. 3в Среднегодовая температура воды на участке нижнего Дуная за период 1956 – 1985 гг.
Табл. 3г Среднегодовая температура воды некоторых важнейших притоков за период 1956 – 1985 гг.
Табл. 4 Данные о станциях с наблюдениями за ледовыми явлениями
Табл. 5 Многолетние характеристики ледового режима Дуная

LIST OF TABLES

- Tab. 1 Review on delivered gauging stations
Tab. 2 Data on hydrological and climatic observation stations
Tab. 3a Mean annual water temperature on the upper Danube over the period 1956–1985
Tab. 3b Mean annual water temperature on the middle Danube over the period 1956–1985
Tab. 3c Mean annual water temperature on the lower Danube over the period 1956–1985
Tab. 3d Mean annual water temperature on some more important Danube tributaries over the period 1956–1985
Tab. 4 Data on stations monitoring ice phenomena
Tab. 5 Long-term characteristic of the Danube ice regime

VERZEICHNIS DER ABBILDUNGEN – ПЕРЕЧЕНЬ РИСУНКОВ – LIST OF FIGURES

- Abb. 1 Übersichtslängsschnitt der Donau mit Anlagen zur Wasserkraftnutzung und kalorischen Kraftwerken
Рис. 1 Наглядный продольный профиль Дуная с оборудованием по использованию водной энергии и тепловыми электростанциями
- Fig. 1 Synoptical longitudinal profile of the Danube with water and thermal power plants.
- Abb. 2 Übersichtskarte des Stationsnetzes der Wassertemperaturbeobachtungen
Рис. 2 Сеть станций с наблюдениями за температурой воды
- Fig. 2 Synoptical layout of the stations monitoring water temperature.
- Abb. 3a Zeitreihen der mittleren jährlichen Temperaturen des Wassers (t_o) und der Luft (t_a) der Stationen an Isar und Donau von Ingolstadt bis Passau
Рис. 3а Временные ряды среднегодовых температур воды (t_o) и воздуха (t_a) на станциях рек Изар и Дунай от Ингольштадта до Кахлета
- Fig. 3a Time series of mean annual water (t_o) and air (t_a) temperatures in stations at Isar and on the Danube from Ingolstadt down to Passau.
- Abb. 3b Zeitreihen der mittleren jährlichen Temperaturen des Wassers (t_o) und der Luft (t_a) der Stationen an der Donau von Engelhartszell bis Wien
Рис. 3б Временные ряды среднегодовых температур воды (t_o) и воздуха (t_a) на станциях Дуная от Энгельхартсцелля до Вены
- Fig. 3b Time series of mean annual water (t_o) and air (t_a) temperatures in the stations on the Danube from Engelhartszell down to Wiena.
- Abb. 3c Zeitreihen der mittleren jährlichen Temperaturen des Wassers (t_o) und der Luft (t_a) der Stationen an Vah und Ipel sowie an der Donau von Bratislava bis Komarno
Рис. 3в Временные ряды среднегодовых температур воды (t_o) и воздуха (t_a) на станциях рек Ваг и Ипель а также Дуная от Братиславы до Комарно
- Fig. 3c Time series of mean annual water (t_o) and air (t_a) temperatures in the stations on the rivers Vah and Ipel, and on the Danube from Bratislava down to Komarno.
- Abb. 3d Zeitreihen der mittleren jährlichen Temperaturen des Wassers (t_o) und der Luft (t_a) der Stationen an der Donau von Budapest bis Mohacs
Рис. 3г Временные ряды среднегодовых температур воды (t_o) и воздуха (t_a) на станциях Дуная от Будапешта до Можача
- Fig. 3d Time series of mean annual water (t_o) and air (t_a) temperatures in the stations on the Danube from Budapest down to Mohacs.
- Abb. 3e Zeitreihen der mittleren jährlichen Temperaturen des Wassers (t_o) und der Luft (t_a) der Stationen an der Donau von Bezdan bis V. Gradiste
Рис. 3д Временные ряды среднегодовых температур воды (t_o) и воздуха (t_a) на станциях Дуная от Бездана до В. Градишта
- Fig. 3e Time series of mean annual water (t_o) and air (t_a) temperatures in the stations from Bezdan down to V. Gradiste.
- Abb. 3f Zeitreihen der mittleren jährlichen Temperaturen des Wassers (t_o) und der Luft (t_a) der Stationen an Drau, Tisa, Sava und V. Morava
Рис. 3е Временные ряды среднегодовых температур воды (t_o) и воздуха (t_a) на станциях рек Драва, Тиса, Сава и В. Морава
- Fig. 3f Time series of mean annual water (t_o) and air (t_a) temperatures in the stations on the rivers Drava, Tisa, Sava and V. Morava
- Abb. 3g Zeitreihen der mittleren jährlichen Temperaturen des Wassers (t_o) und der Luft (t_a) der Stationen an der Donau von Drobeta-Turnu Severin bis Lom
Рис. 3ж Временные ряды среднегодовых температур воды (t_o) и воздуха (t_a) на станциях Дуная от Дробава-Турну Северин до Лома
- Fig. 3g Time series of mean annual water (t_o) and air (t_a) temperatures in the stations from Drobeta-Turnu Severin down to Lom
- Abb. 3h Zeitreihen der mittleren jährlichen Temperaturen des Wassers (t_o) und der Luft (t_a) der Stationen an der Donau von Svistov bis Giurgiu
Рис. 3з Временные ряды среднегодовых температур воды (t_o) и воздуха (t_a) на станциях Дуная от Свиштова до Джурджу

- Fig. 3h Time series of mean annual water (t_o) and air (t_a) temperatures in the stations on the Danube from Svistov down to Giurgiu
- Abb. 3i Zeitreihen der mittleren jährlichen Temperaturen des Wassers (t_o) und der Luft (t_a) der Stationen an Arges und Siret sowie an der Donau von Silistra bis Braila
- Рис. 3и Временные ряды среднегодовых температур воды (t_o) и воздуха (t_a) на станциях рек Арджеш и Сирет а также Дуная от Силистры до Браилы
- Fig. 3i Time series of mean annual water (t_o) and air (t_a) temperatures in the stations on the rivers Arges and Siret, and on the Danube from Silistra down to Braila
- Abb. 4a Dauerlinien der mittleren jährlichen Temperatur des Wassers an ausgewählten Stationen entlang der Donau für den Zeitraum 1956–1985
- Рис. 4a Кривая продолжительности среднегодовой температуры воды для водомерных постов на Дунае за период 1956 – 1985 гг.
- Fig. 4a Duration curves of mean annual water temperature in selected stations along the Danube over the period 1956–1985
- Abb. 4b Dauerlinien der mittleren jährlichen Temperatur des Wassers an ausgewählten Stationen der Zubringer für den Zeitraum 1956–1985
- Рис. 4б Кривая продолжительности среднегодовой температуры воды для водомерных постов на притоках за период 1956 – 1985 гг.
- Fig. 4b Duration curves of mean annual water temperature in selected stations on tributaries over the period 1956–1985
- Abb. 5a Dauerlinien der mittleren jährlichen Temperatur der Luft an ausgewählten Stationen entlang der Donau für den Zeitraum 1956–1985
- Рис. 5а Кривая продолжительности среднегодовой температуры воздуха на избранных станциях вдоль Дуная за период 1956 – 1985 гг.
- Fig. 5a Duration curves of mean annual air temperature in selected stations along the Danube over the period 1956–1985.
- Abb. 5b Dauerlinien der mittleren jährlichen Temperatur der Luft an ausgewählten Stationen der Zubringer für den Zeitraum 1956–1985
- Рис. 5б Кривая продолжительности среднегодовой температуры воздуха на избранных станциях на притоках за период 1956 – 1985 гг.
- Fig. 5b Duration curves of mean annual air temperature in selected stations on the tributaries over the period 1956–1985
- Abb. 6a Dauerlinien der mittleren jährlichen Durchflüsse in Ingolstadt, Schwabelweis, Deggendorf und Passau für den Zeitraum 1956–1985
- Рис. 6а Кривая продолжительности среднегодовых расходов воды на водомерных постах Ингольштадт, Регенсбург и Деггендорф за период 1956 – 1985 гг.
- Fig. 6a Duration curves of mean annual discharges in Ingolstadt, Schwabelweis, Deggendorf and Passau over the period 1956–1985
- Abb. 6b Dauerlinien der mittleren jährlichen Durchflüsse an den Pegelstationen der Donau von Linz bis Bogojevo für den Zeitraum 1956–1985
- Рис. 6б Кривая продолжительности среднегодовых расходов воды на водомерных постах реки Дунай от Вены до Богоево за период 1956 – 1985 гг.
- Fig. 6b Duration curves of mean annual discharges in gauging stations on the Danube from Linz down to Bogojevo over the period 1956–1985
- Abb. 6c Dauerlinien der mittleren jährlichen Durchflüsse an den Pegelstationen der Donau von Smederevo bis Braila für den Zeitraum 1956–1985
- Рис. 6в Кривая продолжительности среднегодовых расходов воды на водомерных постах реки Дунай от Смедерево до Браилы за период 1956 – 1985 гг.
- Fig. 6c Duration curves of mean annual discharges in gauging stations on the Danube from Smederevo down to Braila over the period 1956–1985
- Abb. 7a Korrelation zwischen der mittleren jährlichen Wasser- (t_o) und Lufttemperatur (t_a) an den Pegelstationen der Donau für den Zeitraum 1956–1985
- Рис. 7а Корреляционная зависимость между среднегодовой температурой воды (t_o) и воздуха (t_a) на водомерных постах реки Дунай за период 1956 – 1985 гг.
- Fig. 7a Correlations between the mean annual water (t_o) and air (t_a) temperature in gauging stations on the Danube over the period 1956–1985
- Abb. 7b Korrelation zwischen der mittleren jährlichen Wasser- (t_o) und Lufttemperatur (t_a) an den Pegelstationen der Donau für den Zeitraum 1956–1985

- Рис. 7б** Корреляционная зависимость между среднегодовой температурой воды (t_o) и воздуха (t_a) на водомерных постах реки Дунай за период 1956 – 1965 гг.
- Fig. 7b** Correlations between the mean annual water (t_o) and air (t_a) temperature in gauging stations on the Danube over the period 1956–1965
- Abb. 7c** Korrelation zwischen der mittleren jährlichen Wasser- (t_o) und Lufttemperatur (t_a) an den Pegelstationen an der Donau für den Zeitraum 1966–1975
- Рис. 7в** Корреляционная зависимость между среднегодовой температурой воды (t_o) и воздуха (t_a) на водомерных постах реки Дунай за период 1966 – 1975 гг.
- Fig. 7c** Correlations between the mean annual water (t_o) and air (t_a) temperature in gauging stations on the Danube over the period 1966–1975
- Abb. 7d** Korrelation zwischen der mittleren jährlichen Wasser- (t_o) und Lufttemperatur (t_a) an den Pegelstationen der Donau für den Zeitraum 1976–1985
- Рис. 7г** Корреляционная зависимость между среднегодовой температурой воды (t_o) и воздуха (t_a) на водомерных постах реки Дунай за период 1976 – 1985 гг.
- Fig. 7d** Correlations between the mean annual water (t_o) and air (t_a) temperature in gauging stations on the Danube over the period 1976–1985
- Abb. 8a** Korrelation zwischen der mittleren jährlichen Wasser- (t_o) und Lufttemperatur (t_a) an den ausgewählten Stationen der Donau für die Zeiträume 1941–1975 und 1951–1985
- Рис. 8а** Корреляционная зависимость между среднегодовой температурой воды (t_o) и воздуха (t_a) на избранных водомерных постах реки Дунай за период 1941 – 1975 и 1951 – 1985 гг.
- Fig. 8a** Correlations between the mean annual water (t_o) and air (t_a) temperature in the selected stations on the Danube over the period 1941–1975 and 1951–1985
- Abb. 8b** Korrelation zwischen der mittleren jährlichen Wasser- (t_o) und Lufttemperatur (t_a) an den ausgewählten Stationen der Donau für die Zeiträume 1941–1965, 1951–1975 und 1961–1985
- Рис. 8б** Корреляционная зависимость между среднегодовой температурой воды (t_o) и воздуха (t_a) на избранных водомерных постах реки Дунай за период 1941 – 1965, 1951 – 1975 и 1961 – 1985 гг.
- Fig. 8b** Correlations between the mean annual water (t_o) and air (t_a) temperature in selected stations on the Danube over the period 1941–1965, 1951–1975 and 1961–1985
- Abb. 9a** Korrelation zwischen der Wassertemperatur (t_o) und dem Durchfluß (Q) an den Stationen Ingolstadt, Schwabelweis, Deggendorf und Passau für den Zeitraum 1956–1985
- Рис. 9а** Корреляционная зависимость между среднегодовой температурой воды (t_o) и расходом (Q) на водомерных постах Ингольштадт, Швабельвеис, Деггендорф и Пассау за период 1956 – 1985 гг.
- Fig. 9a** Correlations between the mean water temperature (t_o) and discharge (Q) in the stations Ingolstadt, Schwabelweis, Deggendorf and Passau over the period 1956–1985
- Abb. 9b** Korrelation zwischen der Wassertemperatur (t_o) und dem Durchfluß (Q) an den Stationen von Linz bis Bogojevo für den Zeitraum 1956–1985
- Рис. 9б** Корреляционная зависимость между среднегодовой температурой воды (t_o) и расходом (Q) на водомерных постах реки Дунай от Линца до Богоево за период 1956 – 1985 гг.
- Fig. 9b** Correlations between the mean water temperature (t_o) and discharge (Q) in the stations from Linz down to Bogojevo over the period 1956–1985
- Abb. 9c** Korrelation zwischen der Wassertemperatur (t_o) und dem Durchfluß (Q) an den Stationen von Smederevo bis Braila für den Zeitraum 1956–1985
- Рис. 9в** Корреляционная зависимость между среднегодовой температурой воды (t_o) и расходом (Q) на водомерных постах реки Дунай от Смедерево до Браилы за период 1956 – 1985 гг.
- Fig. 9c** Correlations between the mean water temperature (t_o) and discharge (Q) in the stations from Smederevo down to Braila over the period 1956–1985
- Abb. 10a** Zeitlicher Trend der Wasser- und Lufttemperatur im Bereich der oberen Donau und ihrer Zubringer
- Рис. 10а** Временная тенденция температуры воды и воздуха на участке верхнего Дуная и его притоков
- Fig. 10a** Trend in the time development of the water and air temperature on the upper Danube and tributaries
- Abb. 10b** Zeitlicher Trend der Wasser- und Lufttemperatur im Bereich der mittleren Donau und ihrer Zubringer
- Рис. 10б** Временная тенденция температуры воды и воздуха на участке среднего Дуная и его притоков
- Fig. 10b** Trend of the time development of the water and air temperature on the middle Danube and tributaries
- Abb. 10c** Zeitlicher Trend der Wasser- und Lufttemperatur im Bereich der unteren Donau und ihrer Zubringer

- Рис. 10в Временная тенденция температуры воды и воздуха на участке нижнего Дуная и его притоков
 Fig. 10c Trend of the time development of the water and air temperature on the lower Danube and tributaries
 Abb. 11 Übersichtskarte des Stationennetzes für Eisbeobachtungen
 Рис. 11 Сеть станций с наблюдениями за ледовыми явлениями
 Fig. 11 Synoptic layout of the network of stations monitoring ice phenomena
 Abb. 12a Das Eisregime der Donau. Charakteristiken von EE und ED für den gesamten Beobachtungszeitraum
 Рис. 12a Ледовый режим Дуная. Характеристики ЛЯ и ЛЕ за весь период наблюдений
 Fig. 12a Ice regime of the Danube. Characteristics of the IPH and FU over the whole period of observation
 Abb. 12b Das Eisregime der Donau. Charakteristiken von EE und ED für den Zeitraum 1945–1985
 Рис. 12б Ледовый режим Дуная. Характеристики ЛЯ и ЛЕ за период 1945 – 1985 гг.
 Fig. 12b Ice regime of the Danube. Characteristics of the IPH and FU over the period 1945–1985
 Abb. 12c Das Eisregime der Donau. Charakteristiken von EE und ED für den Zeitraum 1955–1985
 Рис. 12в Ледовый режим Дуная. Характеристики ЛЯ и ЛЕ за период 1955 – 1985 гг.
 Fig. 12c Ice regime of the Danube. Characteristics of the IPH and FU over the period 1955–1985
 Abb. 12d Das Eisregime der Donau. Charakteristiken von EE und ED für den Zeitraum 1965–1985
 Рис. 12д Ледовый режим Дуная. Характеристики ЛЯ и ЛЕ за период 1965 – 1985 гг.
 Fig. 12d Ice regime of the Danube. Characteristics of the IPH and FU over the period 1965–1985
 Abb. 13a Das Eisregime der Donau. Charakteristiken von EE und ED für den Winterzeitraum 1953–1954
 Рис. 13а Ледовый режим Дуная. Характеристики ЛЯ и ЛЕ за зимний период 1953 – 1954 гг.
 Fig. 13a Ice regime of the Danube. Characteristics of the IPH and FU over the winter period 1953–1954
 Abb. 13b Das Eisregime der Donau. Charakteristiken von EE und ED für den Winterzeitraum 1955–1956
 Рис. 13б Ледовый режим Дуная. Характеристики ЛЯ и ЛЕ за зимний период 1955 – 1956 гг.
 Fig. 13b Ice regime of the Danube. Characteristics of the IPH and FU over the winter period 1955–1956
 Abb. 13c Das Eisregime der Donau. Charakteristiken von EE und ED für den Winterzeitraum 1962–1963
 Рис. 13в Ледовый режим Дуная. Характеристики ЛЯ и ЛЕ за зимний период 1962 – 1963 гг.
 Fig. 13c Ice regime of the Danube. Characteristics of the IPH and FU over the winter period 1962–1963
 Abb. 13d Das Eisregime der Donau. Charakteristiken von EE und ED für den Winterzeitraum 1963–1964
 Рис. 13г Ледовый режим Дуная. Характеристики ЛЯ и ЛЕ за зимний период 1963 – 1964 гг.
 Fig. 13d Ice regime of the Danube. Characteristics of the IPH and FU over the winter period 1963–1964
 Abb. 13e Das Eisregime der Donau. Charakteristiken von EE und ED für den Winterzeitraum 1984–1985
 Рис. 13д Ледовый режим Дуная. Характеристики ЛЯ и ЛЕ за зимний период 1984 – 1985 гг.
 Fig. 13e Ice regime of the Danube. Characteristics of the IPH and FU over the winter period 1984–1985
 Abb. 14a Lufttemperatur am ersten Tag mit EE und negative Temperatursumme Nt_aS bis zum AEE
 Рис. 14а Температура воздуха в первый день с ЛЯ и сумма отрицательных температур Σt_a^- до НЛЯ
 Fig. 14a Air temperature on the first day with the IPH and the sum of negative temperatures Nt_aS to the BIPH
 Abb. 14b Lufttemperatur am ersten Tag mit ED und negative Temperatursumme Nt_aS bis zum AED
 Рис. 14б Температура воздуха в первый день с ЛЕ и сумма отрицательных температур Σt_a^- до НЛЕ
 Fig. 14b Air temperature on the first day with the FU and the sum of the negative temperatures Nt_aS to the BFU

IPH = EE

FU = ED

BIPH = AEE

BFU = AED

ANHANG – ПРИЛОЖЕНИЕ – ENCLOSURE

Tab. 1 Übersicht der eingebrachten Beobachtungsstationen (im Text)

Табл. 1 Обзор представленных станций наблюдений

Tabl. 1 Review on delivered gauging stations

Land Страна	Anzahl der Stationen mit Beobachtungen von Количество станций с наблюдениями за			
	Wassertemperatur температурой воды		Eiserscheinungen ледовыми явлениями	
	Donau Дунай	Zubringer Притоки	Donau Дунай	Zubringer Притоки
1	2	3	4	5
Deutschland Германия	8	1	14	-
Österreich Австрия	4	-	4	-
Tschechoslowakei Чехо-Словакия	3	4	3	4
Ungarn Венгрия	4	-	4	-
Jugoslawien Югославия	4	4	6	4
Rumänien Румыния	3	5	3	5
Bulgarien Болгария	5	-	5	-
GUS СНГ	-	-	-	-
Insgesamt Вместе	31	14	39	13

Tab. 2 Angaben über die hydrologischen und klimatologischen Stationen

Табл. 2 Данные о гидрологических и климатологических станциях

Tab. 2 Data on hydrological and climatic observation stations

Nr. No	Fluß Река	Hydrolog. Station – HS Гидролог. станция – ГС	Strom- länge Расстоя- ние от устья	Beobachtungen		Klimatolog. Station – KS Климатолог. станция – КС	Entfernung von der HS Расстояние от ГС	Beobacht. Lufttemperatur Наблюдение за температурой воздуха
				W. tempe- ratur	W. durchfluß			
				Наблюдение за температурой воды				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Donau Дунай	Ingostadt Ингольштадт	2458,3	1932	1901	Regensburg Регенсбург	56,0	1947
4		Oberndorf Оберндорф	2397,4	1973	1926	Regensburg Регенсбург	18,0	1947
7		Schwabelweis Швабельвейс	2376,2	1929	1901	Regensburg Регенсбург	3,0	1947
8		Straubing Штробинг	2321,3	1972	–	Regensburg Регенсбург	38,0	1947
9		Pfelling Пфеллинг	2305,5	–	1926	Regensburg Регенсбург	49,0	–
10		Deggendorf Деггендорф	2284,6	1933	–	Passau Пассау	46,0	1948
11		Hofkirchen Хофкирхен	2256,9	–	1901	–	–	–
12		Vilshofen Фильсхофен	2249,4	1971	1901	Passau Пассау	22,0	1948
14		Passau-Kachlet Пассау-Кахлет	2225,0	1934	–	Passau Пассау	< 2,0	1948
15		Achleiten (Jochenstein) Ахлеитен (Йохенштайн)	2223,1	1969	1901	Passau Пассау	< 2,0	1948
16		Engelhartszell Энгельхарццель	2200,7	1901	–	Ranverk Ранверк	3,0	1949
17		Linz Линц	2135,2	1901	1893	Linz MZA Линц МЗА	2,0	1898
18		Stein-Krems Штайн-Кремс	2203,5	1901	1893	Krems MZA Кремс МЗА	2,0	1898
19		Wien Вена	1929,1	1901	1893	Wien Hohe Warte Вена Хохе Варте	5,0	1901
20	March Морава	Moravsky Jan Моравски Ян	67,6	1962	1901	Malacky Малацки	19,0	1965
21	Donau Дунай	Bratislava Братислава	1868,8	1925	1901	Bratislava Братислава	11,0	1931
22		Gabcikovo Габчиково	1819,6	1952	–	Gabcikovo Габчиково	5,0	1952
24		Komarno Комарно	1767,1	1947	1901	Hurbanovo Гурбаново	14,0	1931
25	Vah Ваг	Sala Шала	58,5	1963	1963	Ziharec Жихарец	11,0	1963
26	Hron Грон	Brchy Брехи	102,5	1962	1962	Nova Bana (Ziar) Нова Бана (Жиар)	3,0	
27	Ipel Ипель	Ipelsky Ипельский	42,9	1947	–	Zeliezovce (P. Ruskov) Желиезовце (П. Русков)	(25,0) 12,0 (14,0)	1951
28	Donau Дунай	Sokolec Соколец	1646,5	1945	1923	Budapest Будапешт	7,0	1871
29		Budapest Будапешт	1580,6	1945	1924	Budapest Будапешт	55,0	1871
		Dunaujvaros Дунауйварош						

Tab. 2: 1. Fortsetzung
 Табл. 2: 1-ое продолжение
 Tab. 2: 1st continuation

1	2	3	4	5	6	7	8	9
30	Donau Дунай	Paks Пакш	1531,3	1945	—	Kalocsa Калоча	15,0	1861
31		Mohacs Мохач	1446,9	1950	1918	Kalocsa Калоча	60,0	1861
32		Bezdan Бездан	1425,5	1946	1946	Sombor Сомбор	24,0	1946
33	Drau Драва	D. Miholjac Д. Михоляц	74,6	1946	1946	D. Miholjac Д. Михоляц	5,0	1956
34	Donau Дунай	Bogojevo Богоево	1367,4	1946	1946	Osjek Осик	30,0	1946
36	Tisa Тиса	Senta Сента	122,0	1946	1946	Senta Сента	3,0	1946
38	Sava Сава	S. Mitrovica С. Митровица	136,0	1946	1946	S. Mitrovica С. Митровица	7,0	1946
40	Donau Дунай	Smederevo Смедерево	1116,2	1946	1946	Smederevo Смедерево	5,0	1946
41	V. Morava В. Морава	Lj. Most Лю. Мост	39,9	1946	1946	Lj. Most Лю. Мост	6,0	1954
42	Donau Дунай	V. Gradiste В. Градиште	1059,8	1953	1949	V. Gradiste В. Градиште	6,0	1949
43		Drobeta-T. Severin Дробета-Т. Северин	931,0	1948	1932	Turnu-Severin Турну-Северин	3,0	1932
44		Novo Selo Ново Село	833,6	1943	1937	Novo Selo Ново Село	0,0	1948
45		Lom Лом	743,3	1937	1921	Lom Лом	0,0	1892
46	Jiu Жиу	Zevalu Зевалу	7,4	1963–1969 1973–1985	1963	Beket Бекет	11,0	1963
47	Olt Олт	Izbicen Исбичень	6,0	1962–1969 1973–1985	1960	Turnu-Megurele Турну-Мегуреле	22,0	1962
48	Donau Дунай	Svistov Свистов	554,3	1937	1917	Svistov Свистов	0,0	1894
49		Ruse Русе	495,6	1937	1908	Ruse Русе	0,0	1866
50		Pyse Giurgiu Джурджу	493,5	1948	1932	Pyse Giurgiu Джурджу	3,0	1932
51	Arges Арges	Budesti Будешть	31,0	1955–1969 1973–1985	1951	Giurgiu Джурджу	51,0	1932
52	Donau Дунай	Silistra Силистра	375,5	1943	1941	Silistra Силистра	0,0	1892
53	Jalomota Яломица	Slobozia Слобозия	77,0	1962	1951	Merkulesti Меркулешть	11,0	1962
54	Donau Дунай	Braila Браила	169,7	1948	1932	Braila (Galati) Браила (Галац)	6,0 (22,0)	1932–1960 1961–1985
55	Siret Сирет	Lungoci Лунгоч	74,0	1951–1969 1972–1985	1951	Braila (Galati) Браила (Галац)	49,0 (39,0)	1951–1960 1961–1985

Tab. 3a Mittlere jährliche Wassertemperaturen im Bereich der oberen Donau für den Zeitraum 1956–1985

Табл. 3а Среднегодовая температура воды на участке верхнего Дуная за период 1956–1985 гг.

Tab. 3a Mean annual water temperature on the upper Danube over the period 1956–1985

Jahr Год	Ingolstadt Ингольштадт	Schwabelweis Швабельвайс	Deggendorf Деггендорф	Passau Пассау	Engelhartszell Енгельхарцзель	Linz Линц	Stein – Krems Штайн-Кремс	Wien Вена	°C
									°C
1956	8,9	9,0	9,0	9,6	8,4		8,6	9,0	
1957	9,3	9,6	9,8	10,4	9,5		9,4	9,8	
1958	9,2	10,0	9,7	10,4	9,0		9,4	9,7	
1959	9,8	10,7	10,4	11,0	9,6		9,5	10,0	
1960	9,6	10,2	10,0	10,4	9,5		9,5	9,9	
1961	10,4	10,9	10,5	11,1	9,8	9,8	10,0	10,4	
1962	9,3	9,9	9,4	10,0	8,7	8,5	8,7	9,0	
1963	8,8	9,4	9,2	9,8	9,0	9,1	9,3	9,5	
1964	9,8	10,2	10,2	10,9	9,4	9,6	9,6	9,7	
1965	8,6	9,3	8,9	9,6	8,3	8,6	8,7	8,7	
1966	9,6	10,1	10,1	10,8	9,3	9,5	9,6	9,7	
1967	9,7	9,9	10,2	10,9	9,3	9,4	9,6	9,8	
1968	9,5	9,5	10,2	11,1	9,4	9,5	9,5	9,9	
1969	10,0	10,2	10,3	11,1	9,6	9,7	9,7	10,0	
1970	9,2	9,5	9,4	9,8	8,7	9,0	8,7	9,0	
1971	10,7	11,1	10,8	11,3	9,9	10,2	10,0	10,4	
1972	10,4	11,3	10,9	11,3	9,6	9,4	9,5	9,8	
1973	10,4	11,2	10,7	11,1	9,3	9,4	9,3	9,7	
1974	10,2	11,4	11,0	11,1	9,6	9,8	9,7	10,1	
1975	10,7	11,4	10,9	11,3	9,4	9,7	9,6	9,7	
1976	11,2	12,1	11,1	11,6	9,9	10,0	10,0	10,1	
1977	10,9	11,1	10,7	11,3	9,7	9,7	9,8	10,0	
1978	9,8	9,8	9,8	10,7	9,3	9,2	9,3	9,5	
1979	9,6	9,8	9,9	10,9	9,4	9,3	9,4	9,4	
1980	10,0	9,5	9,7	10,6	9,0	9,0	8,9	8,0	
1981	10,0	9,8	9,9	11,0	9,5	9,5	9,5	9,5	
1982	10,2	10,2	10,3	11,1	9,9	9,7	9,9	10,1	
1983	11,2	10,6	10,9	11,9	9,9	10,0	10,2	10,4	
1984	—	9,4	9,4	10,4	9,3	9,3	9,5	9,7	
1985	8,8	9,7	11,4	10,7	9,4	9,3	9,5	9,7	

Tab. 3b Mittlere jährliche Wassertemperaturen im Bereich der mittleren Donau für den Zeitraum 1956–1985

Табл. 36 Среднегодовая температура воды на участке среднего Дуная за период 1956–1985 гг.

Tab. 3b Mean annual water temperature on the middle Danube over the period 1956–1985

Jahr Год	Bratislava Братислава	Gabčíkovo Габчиково	Komárom Комарно	Budapest Будапешт	Dunaújváros Дунайварос	Paks Пакш	Mohacs Мохач	Bezdán Бездан	Bogojovo Богоево	Smederevo Смедерево	V. Gradiste В. Градиште
	°C										
1956	9,1	9,2	9,4	9,5	8,9	10,0	10,0	10,4	9,7	10,5	10,9
1957	9,8	10,0	10,1	10,5	10,7	10,9	11,2	10,6	11,5	12,2	11,9
1958	9,8	10,0	10,2	10,5	10,6	11,0	11,2	10,5	11,4	12,3	12,1
1959	10,0	10,3	10,4	10,7	10,9	11,2	11,8	11,2	11,4	12,4	12,0
1960	10,3	10,3	10,3	10,8	11,0	11,2	11,3	11,3	11,4	12,4	12,1
1961	10,3	10,6	10,5	11,1	11,4	11,4	11,9	11,7	11,7	13,0	12,9
1962	9,3	9,5	9,3	9,7	9,9	10,0	10,4	10,3	10,8	11,7	11,5
1963	9,5	9,9	9,9	10,5	10,7	10,7	11,0	11,0	11,1	12,0	12,0
1964	9,8	9,5	10,0	10,4	10,5	10,5	10,9	11,0	11,2	11,9	11,9
1965	9,0	9,1	9,1	9,4	9,8	9,9	10,0	10,1	10,1	11,1	—
1966	10,0	10,0	10,3	10,8	11,0	11,0	11,2	11,4	11,8	12,2	12,4
1967	10,0	9,9	10,2	10,8	11,0	11,0	11,4	11,3	11,6	12,3	12,1
1968	9,9	9,9	10,1	10,9	11,1	11,5	11,7	11,2	11,3	12,3	—
1969	9,9	10,0	10,5	10,7	11,1	11,3	11,5	11,1	11,2	11,9	—
1970	9,0	9,3	9,5	9,9	10,1	10,3	10,6	10,3	10,6	11,5	—
1971	10,1	10,6	11,1	11,2	11,4	11,6	12,0	11,5	11,6	12,0	12,5
1972	10,0	10,2	11,0	11,0	11,2	11,4	11,8	11,4	11,6	12,1	12,1
1973	9,8	10,0	10,3	10,4	10,9	11,1	11,4	11,0	11,4	12,0	12,0
1974	10,2	10,4	10,6	11,0	11,3	11,5	11,9	11,4	11,6	12,3	12,2
1975	10,4	10,6	10,5	11,0	11,1	11,6	12,0	11,4	11,6	12,5	12,3
1976	10,5	10,7	10,4	11,2	11,7	11,9	12,3	11,6	11,8	—	12,0
1977	9,8	10,5	10,2	11,9	11,3	11,7	12,2	11,4	11,6	12,7	12,7
1978	9,5	9,6	9,8	10,5	10,9	11,1	11,6	10,8	10,8	11,7	11,7
1979	9,7	10,1	10,0	10,6	10,8	10,9	10,9	11,2	11,3	12,4	12,5
1980	9,2	9,3	9,3	9,8	9,9	10,0	10,1	10,3	10,4	11,3	11,4
1981	10,0	10,1	9,9	10,9	11,4	10,8	11,1	11,3	11,6	12,2	12,1
1982	10,2	10,2	10,2	11,0	11,4	11,1	11,5	11,7	11,9	12,5	12,7
1983	10,4	10,7	10,7	11,2	11,5	11,3	11,6	11,9	12,0	13,1	12,9
1984	9,5	9,8	9,3	10,5	10,9	10,7	11,0	11,4	11,3	11,8	12,4
1985	9,9	9,8	10,3	10,3	10,5	10,4	10,7	11,0	11,1	11,7	11,9

Tab. 3c Mittlere jährliche Wassertemperaturen im Bereich der unteren Donau für den Zeitraum 1956–1985

Табл. 3в Среднегодовая температура воды на участке нижнего Дуная за период 1956–1985 гг.

Tab. 3c Mean annual water temperature on the lower Danube over the period 1956–1985

Jahr Год	Drobeta-T. Severin Дробава-Т. Северин	Novo Selo Ново Село	Lom Лом	Svishtov Свищтов	Ruse Русе	Giurgiu Джурджу	Silistra Силистра	Braila Браила
°C								
1956	11,5	11,0	11,3	11,4	11,6	11,6	11,6	11,7
1957	11,9	12,1	12,0	12,4	12,6	12,9	12,7	12,5
1958	11,8	12,2	12,1	12,6	12,8	13,2	12,8	12,6
1959	11,8	12,1	12,1	12,3	12,5	12,7	12,6	12,4
1960	11,9	12,5	12,6	12,7	13,0	12,9	13,0	12,9
1961	12,6	12,9	13,1	13,2	13,4	13,4	13,3	13,3
1962	11,6	11,8	12,3	12,1	12,4	12,1	12,5	12,6
1963	11,8	12,3	12,3	12,6	12,7	12,5	12,8	12,7
1964	11,7	11,9	12,0	12,3	12,3	12,2	12,4	12,3
1965	10,9	11,5	11,5	11,9	11,9	11,9	12,0	11,9
1966	12,0	12,6	12,6	13,1	13,1	12,8	13,3	12,7
1967	12,1	12,3	12,5	12,9	12,7	11,8	13,2	12,9
1968	12,2	12,4	13,0	12,7	12,7	12,7	12,9	12,7
1969	12,3	11,8	12,2	12,2	12,0	12,0	12,3	12,1
1970	11,5	11,7	12,1	12,2	11,9	12,3	12,4	12,5
1971	12,0	12,4	12,6	12,7	12,7	12,5	13,0	12,7
1972	11,5	12,1	11,9	12,6	12,6	12,7	12,7	12,0
1973	11,8	11,9	12,1	12,4	12,2	12,5	12,3	10,8
1974	11,6	12,1	12,1	12,3	12,5	12,6	12,6	12,2
1975	12,6	12,6	12,8	12,9	13,0	12,8	13,0	12,4
1976	12,0	11,9	11,9	12,1	12,3	13,2	12,4	11,8
1977	13,3	12,6	12,9	13,1	13,2	13,2	13,1	11,6
1978	11,4	11,6	11,8	12,0	12,2	11,8	12,0	12,3
1979	12,6	12,4	12,5	12,7	12,9	12,7	12,8	12,8
1980	10,7	11,4	11,5	12,0	12,1	11,9	12,0	11,8
1981	11,4	12,3	12,3	12,6	13,0	12,4	12,9	12,1
1982	12,4	12,6	12,5	13,0	13,2	12,9	13,1	12,2
1983	11,6	12,8	12,3	13,4	13,5	12,3	13,4	12,2
1984	11,7	12,2	12,2	13,0	13,0	12,9	12,9	12,9
1985	11,0	11,9	11,3	12,8	12,5	12,0	12,4	11,8

Tab. 3d Mittlere jährliche Wassertemperaturen einiger wichtiger Zubringer für den Zeitraum 1956–1985
 Табл. 3г Среднегодовая температура воды некоторых важнейших притоков за период 1956–1985 гг.
 Tab. 3d Mean annual water temperature on some more important Danube tributaries over the period 1956–1985

Jahr Год	Landsut Ландсгут	Mor. Jan Мор. Ян	Sala Шала	Brehy Брехи	Ipel. Sokolec Ипел. Соколец	Don. Miholjac Дон. Михољац	Senta Сента	Sr. Mlittrovica Ср. Митровица	Lj. Most Лј. Мост	Zevalu Зевалу	Isbicen Исбичен	Budesti Будешти	Slobozia Слобозия	Lungoci Лунгочи
	°C													
1956	9,0				9,0	11,0	11,3	12,4	11,9			13,0		
1957	9,7				9,8	10,9	11,7	12,6	13,3			12,8		
1958	10,0				9,8	10,2	12,0	13,1	13,0			13,0		
1959	10,3				9,8	10,6	12,2	12,8	12,7			12,2		
1960	10,1				10,9	10,8	12,0	12,5	13,3			12,8		12,2
1961	10,6				10,7	11,9	12,7	13,4	13,1			13,2		12,4
1962	9,7			8,7	9,5	9,5	11,3	12,0	12,2			12,6		11,2
1963	9,8	10,9	9,9	9,2	10,2	10,4	12,3	12,8	12,4	12,0	12,2			11,5
1964	10,2	11,1	9,6	9,2	9,9	10,7	11,5	11,9	12,0	12,7	12,0	11,9		11,7
1965	8,4	9,6	8,5	7,8	9,4	10,8	11,0	12,2	11,9	12,0	11,8	11,3		11,2
1966	10,1	10,7	10,3	9,7	10,5	11,7	12,2	13,4	13,9	13,5	13,3	12,3		11,5
1967	10,2	11,1	10,2	9,2	9,7	11,6	12,5	12,7	12,8	13,3	12,0	11,9	12,9	12,2
1968	10,1	11,0	9,8	9,0	10,0	11,5	12,7	13,0	12,8	13,3	12,2	12,7	13,6	11,5
1969	10,7	10,9	9,9	8,7	9,8	11,2	11,6	12,2	12,2	12,7	11,3	9,9	11,8	10,6
1970	9,5	10,3	9,4	8,6	9,8	10,2	11,4	12,2	12,1	—	—	—	12,8	—
1971	10,8	11,4	10,0	9,5	9,7	11,3	12,3	12,8	12,4	—	—	—	12,8	—
1972	10,9	10,8	9,7	9,0	9,9	10,3	12,6	12,3	12,9	—	—	—	12,4	10,6
1973	10,1	11,1	9,8	8,2	9,2	10,8	11,8	12,2	11,9	12,9	11,3	11,7	11,8	10,4
1974	9,9	11,2	9,5	8,6	9,3	11,2	11,8	12,6	12,1	13,7	11,6	12,3	11,5	11,3
1975	10,1	11,4	10,2	8,1	9,4	10,7	12,6	12,8	12,1	14,1	12,0	12,8	12,3	11,6
1976	10,5	11,0	9,7	8,3	7,6	11,1	11,7	11,8	11,6	13,2	11,8	12,1	11,4	10,3
1977	10,0	10,6	10,2	7,7	8,0	10,6	12,3	12,9	13,5	13,0	12,3	12,9	12,9	11,1
1978	9,6	—	9,2	7,9	7,9	10,0	11,1	11,5	11,6	12,8	11,2	11,9	12,5	11,5
1979	9,6	—	10,6	8,4	8,6	10,9	12,3	12,7	12,9	13,5	12,2	12,5	12,8	10,8
1980	9,7	9,4	9,5	8,0	9,0	10,2	10,8	11,9	11,6	12,8	11,5	12,1	11,9	9,6
1981	10,2	10,5	9,6	9,1	8,1	11,0	12,2	12,1	12,1	13,5	11,2	13,1	12,8	9,3
1982	10,5	10,8	10,7	9,5	8,9	11,6	12,2	—	12,6	12,9	11,2	12,8	12,8	11,0
1983	11,0	11,4	10,1	9,7	9,9	12,0	12,2	12,5	12,8	14,0	12,7	12,8	12,9	12,1
1984	9,9	10,2	10,4	7,4	9,8	11,0	11,8	—	12,2	14,1	11,7	13,2	11,9	10,1
1985	10,1	9,4	9,9	8,5	10,0	10,8	11,6	12,4	12,2	12,6	11,9	13,0	11,5	10,8

Tab. 4 Angaben über die Stationen mit Eisbeobachtungen
Табл. 4 Данные о станциях с наблюдениями за ледовыми явлениями
Tab. 4 Data on stations monitoring ice phenomena

Nr. №	Fluß Река	Stationen Станция	Stromlänge Расстояние от устья	Anzahl der Jahre Количество лет		
				Beobach- tungen наблюдений	EE ЛЯ	ED ЛЕ
1	2	3	4	5	6	7
1	Donau Дунай	Ingolstadt Ингольштадт	2458,3	85	58	11
2	Donau Дунай	Neustadt Нойштадт	2432,3	80	59	19
3	Donau Дунай	Kelheim Кельхайм	2414,8	85	59	16
5	Donau Дунай	Niederwinzer Нидервинцер	2381,7	77	58	12
6	Donau Дунай	Regensburg Регенсбург	2379,3	85	57	12
7	Donau Дунай	Schwabelweis Швабельвейс	2376,1	70	50	11
8	Donau Дунай	Straubing Штраубинг	2321,3	85	70	20
9	Donau Дунай	Pfelling Пфеллинг	2305,5	56	39	14
10	Donau Дунай	Deggendorf Деггендорф	2284,6	85	79	19
11	Donau Дунай	Hofkirchen Хофкирхен	2256,9	60	46	25
12	Donau Дунай	Vilshofen Фильсхофен	2249,4	84	70	35
13	Donau Дунай	Passau-Donau Пассау-Дунай	2226,7	85	65	7
14	Donau Дунай	Passau-Ilzstadt Пассау-Ильштадт	2225,3	85	60	8
15	Donau Дунай	Achleiten Ахлейтен	2223,0	85	56	6

+ Obernzell 1900/01–1956/57, Dandlbachmündung 1957/58–1961/62,
Обернцель Дандлбахмюндунг
Achleiten 1962/63–1984/85
Ахлейтен

Tab. 4: 1. Fortsetzung
Табл. 4: 1-ое продолжение
Tab. 4: 1st continuation

1	2	3	4	5	6	7
16	Donau Дунай	Engelhartszell Энгельхартсцелль	2200,7	91	67	4
17	Donau Дунай	Linz Линц	2136,2	91	69	1
18	Donau Дунай	Stein-Krems Штейн-Кремс	2003,5	91	70	1
19	Donau Дунай	Wien Вена	1929,1	91	66	7
20	March Морава	Moravsky Jan Моравски Ян	67,6	60	50	19
21	Donau Дунай	Bratislava Братислава	1868,8	85	63	13
23	Donau Дунай	Palkovicovo Палковичово	1810,0	55	42	7
24	Donau Дунай	Komarno Комарно	1767,1	85	69	17
25	Vah Ваг	Sala Шалля	58,5	50	47	30
26	Hron Грон	Brehy Бреги	102,5	34	30	18
27	Ipel Ипель	Ipelsky Sokolec Ипельский Соколец	42,9	60	56	38
28	Donau Дунай	Budapest Будапешт	1646,5	85	77	25
29	Donau Дунай	Dunaujvaros Дунауйварош	1580,6	40	36	7
30	Donau Дунай	Paks Пакш	1531,3	40	36	10
31	Donau Дунай	Mohacs Мохач	1446,9	84	78	42
32	Donau Дунай	Bezdan Бездан	1425,5	88	70	38
33	Drau Драва	Donji Miholjac Д. Михолјац	74,6	88	54	29

Tab. 4: 2. Fortsetzung
Табл. 4: 2-ое продолжение
Tab. 4: 2nd continuation

1	2	3	4	5	6	7
34	Donau Дунай	Bogojevo Богоево	1367,4	88	71	28
35	Donau Дунай	Novi Sad Нови Сад	1255,1	88	66	24
36	Tisa Тиса	Senta Сента	122,0	74	68	48
37	Donau Дунай	Zemun Земун	1172,9	88	63	24
38	Sava Сава	Sremska Mitrovica Сремска Митровица	136,0	82	42	20
39	Sava Сава	Belgrad Белград		67	32	18
40	Donau Дунай	Smederevo Смедерево	1116,2	88	58	24
41	V. Morava В. Морава	Ljubicevski Most Любичевски Мост	39,9	60	46	25
42	Donau Дунай	Veliko Gradiste Велико Градиште	1059,8	56	43	19
43	Donau Дунай	Drobeta-T. Severin Дробета-Т. Северин	931,0	53	33	1
44	Donau Дунай	Novo Selo Ново Село	833,6	44	32	3
45	Donau Дунай	Lom Лом	743,3	44	33	5
46	Jiu Жиу	Zevalu Зевалу	7,4	34	31	18
47	Olt Олт	Isbicen Исбиченъ	6,0	34	31	18
48	Donau Дунай	Svistov Свиштов	554,3	44	34	10
49	Donau Дуная	Ruse Русе	495,6	44	35	11
50	Donau Дунай	Giurgiu Джурджу	493,5	44	32	11

Tab. 4: 3. Fortsetzung
Табл. 4: 3-ье продолжение
Tab. 4: 3rd continuation

1	2	3	4	5	6	7
51	Arges Арджеш	Budesti Будешть	31,0	34	34	11
52	Donau Дунай	Silistra Силистра	375,5	44	35	15
53	Jalomita Яломица	Stobozia Слобозия	77,0	34	34	22
54	Donau Дунай	Braila Браила	169,7	53	41	20
55	Siret Сирет	Lungoci Лунгоч	74,0	34	33	25

Tab. 5 Langzeitcharakteristiken des Eisregimes der Donau
 Табл. 5 Многолетние характеристики ледового режима Дуная
 Tab. 5 Long-term characteristic of the Danube ice regime

Station Станция	Eiserscheinungen – Ледовые явления										Eisdecke – Ледостав					
	AEE – НЛЯ		EEE – КЛЯ		Dauer – Продолж.		AED – НЛЕ		EED – КЛЕ		Dauer – Продолж.		langstens наибольшая		längstens наибольшая	
	frühestens спätestens	spätestens не позже	frühestens не раньше	spätestens не позже	Mitt. сред.	Gesamt общая	frühestens спätestens	spätestens не позже	frühestens спätestens	spätestens не раньше	Mitt. сред.	gesamt общая	langstens наибольшая	ununt. непрер.	längstens наибольшая	ununt. непрер.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Tagе сутки	Tagе сутки
Ingolstadt Ингольштадт	19. 11.	26. 02.	30. 11.	31. 03.	16	80	29	14. 12.	06. 02.	17. 12.	10. 03.	18	51	51	51	51
Neustadt Нойштадт	19. 11.	24. 02.	01. 12.	13. 03.	16	88	19	08. 12.	17. 02.	13. 12.	11. 03.	21	75	75	75	75
Kelheim Кельхайм	19. 11.	21. 02.	30. 11.	13. 03.	18	88	36	09. 12.	17. 02.	18. 12.	12. 03.	18	44	42	42	42
Niederwinzer Нидервинцер	27. 11.	09. 02.	29. 11.	14. 03.	18	70	44	18. 12.	12. 02.	25. 12.	12. 03.	19	38	38	38	38
Regensburg Регенсбург	27. 11.	25. 02.	02. 12.	14. 03.	18	69	31	16. 12.	12. 02.	27. 12.	13. 03.	23	38	38	38	38
Schwabenweis Швабенвайс	04. 12.	24. 02.	17. 12.	15. 03.	18	80	31	16. 12.	17. 02.	27. 12.	12. 03.	22	40	38	38	38
Straubing Штраубинг	19. 11.	21. 02.	02. 12.	19. 03.	20	79	27	07. 12.	10. 02.	17. 12.	18. 03.	30	63	59	59	59
Pfelling Пфеллинг	03. 12.	09. 02.	05. 12.	14. 03.	20	87	17	20. 12.	10. 02.	18. 01.	13. 03.	35	73	73	73	73
Deggendorf Деггендорф	19. 11.	19. 02.	02. 12.	19. 03.	23	89	35	14. 12.	02. 02.	17. 12.	18. 03.	34	76	76	76	76
Hofkirchen Хофкирхен	05. 12.	26. 02.	14. 12.	14. 03.	18	89	22	09. 12.	14. 02.	29. 12.	12. 03.	20	73	59	59	59
Vilshofen Фильшоффен	19. 11.	26. 02.	02. 12.	15. 03.	22	94	35	07. 12.	03. 02.	17. 12.	15. 03.	21	85	76	76	76
Passau-Donau Пассау-Донау	19. 11.	11. 02.	02. 12.	10. 03.	14	78	27	29. 12.	01. 03.	05. 01.	04. 03.	18	48	37	37	37
Passau-Ilzstadt Пассау-Ильзштадт	19. 11.	12. 02.	02. 12.	19. 03.	15	78	22	25. 12.	14. 02.	05. 01.	04. 03.	17	32	32	32	32
Passau-Illertshausen Пассау-Ильтершайсэн																

Tab. 5: 1. Fortsetzung
Табл. 5: 1-ое продолжение
Tab. 5: 1st continuation

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Achleiten*	19. 11.	15. 02.	02. 12.	11. 03.	19	83	39	28. 12	03. 02.	06. 01.	07. 03.	18	50	36	
Achleiten	26. 11.	12. 02.	27. 11.	10. 03.	17	66	63	20. 12.	10. 03.	23. 12.	10. 03.	6	18	18	
Engelhartzell	27. 11.	12. 02.	02. 12.	10. 03.	21	79	59	20. 01.	20. 01.	16. 02.	16. 02.	2	2	1	
Линц	29. 11.	13. 02.	30. 11.	13. 03.	16	70	56	15. 02.	15. 02.	13. 03.	13. 03.	27	27	27	
Stein-Krems	Штреффен Кремс	28. 11.	13. 02.	28. 11.	15. 03.	19	68	68	26. 12.	18. 02.	05. 01.	15. 03.	29	43	43
Wien	Вена	01. 12.	11. 02.	12. 12.	22. 03.	31	97	97	01. 12.	02. 02.	17. 12.	19. 03.	36	72	72
Moravsky Jan	Моравски Ян	17. 11.	13. 02.	02. 12.	22. 03.	24	83	72	15. 12.	18. 02.	19. 12.	16. 03.	29	67	60
Bratislava	Братислава	03. 12.	21. 02.	29. 12.	17. 03.	22	91	91	22. 12.	13. 02.	09. 01.	11. 03.	33	79	79
Palkovitsovo	Палковичово	18. 11	13. 02.	03. 12.	22. 03.	27	90	90	14. 12.	18. 02.	21. 12.	20. 03.	27	78	78
Komarno	Комарно	23. 11.	20. 02.	19. 12.	23. 03.	38	94	94	04. 12.	22. 02.	03. 01.	21. 03.	33	89	89
Sala	Шала	17. 11.	01. 02.	17. 01.	17. 03.	38	93	88	12. 02.	10. 02.	15. 12.	11. 03.	26	79	79
Brehy	Брехи	16. 11.	14. 02.	20. 01.	26. 03.	52	107	103	01. 12.	24. 02.	14. 12.	20. 03.	37	84	84
Ipel. Sokolec	Ипел. Соколец	17. 11.	10. 02.	01. 12.	24. 03.	32	93	40	17. 12.	16. 02.	05. 01.	19. 03.	27	83	83
Budapest	Будапешт	01. 11.	21. 02.	04. 12.	20. 03.	27	93	81	05. 01.	09. 02.	19. 01.	13. 03.	30	55	55
Dunajivaroš	Дунауйварош	01. 11.	23. 02.	13. 12.	20. 03.	27	93	82	05. 01.	07. 02.	17. 01.	14. 03.	32	61	61
Paks	Пакш														

* Obernzell 1900/01 – 1956/57, Dandlbachmündung 1957/58 – 1961/62, Achleiten 1962/63 – 1984/85
Обернцелль
Дандлбахмундунг

Ахлеитен

Tab. 5: 2. Fortsetzung
Табл. 5: 2-ое продолжение
Tab. 5: 2nd continuation

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Mohacs Мохач	16. 11.	26. 02.	05. 12.	27. 03.	36	95	84	09. 12.	16. 02.	30. 12.	20. 03.	33	77	77
Bezdan Бездан	01. 12.	27. 02.	06. 12.	25. 03.	14	45	30	08. 12.	11. 02.	27. 12.	20. 03.	33	85	85
Donji Miholjac Д. Михолјац	01. 12.	13. 03.	16. 01.	13. 03.	12	50	24	10. 12.	14. 02.	23. 12.	10. 03.	27	76	76
Bogojevce Богојевце	01. 12.	27. 02.	05. 12.	26. 03.	19	60	34	16. 12.	17. 02.	21. 12.	19. 03.	27	68	68
Novi Sad Нови Сад	01. 12.	28. 02.	04. 12.	25. 03.	23	63	49	22. 12.	13. 02.	27. 12.	15. 03.	24	64	64
Senta Сента	01. 12.	02. 03.	07. 12.	22. 03.	13	39	33	07. 12.	26. 02.	16. 12.	24. 03.	36	96	94
Zemun Земун	06. 12.	23. 02.	07. 01.	23. 03.	14	67	43	11. 12.	17. 02.	13. 01.	21. 03.	19	67	61
Sremска Митровица Сремска Митровица	14. 12.	11. 02.	24. 12.	15. 03.	4	19	14	16. 12.	15. 02.	16. 01.	13. 03.	9	60	60
Belgrad Белград	15. 12.	13. 02.	25. 12.	19. 03.	11	37	26	26. 12.	02. 03.	01. 01.	17. 03.	21	68	68
Smederevo Смедерево	01. 12.	09. 02.	13. 12.	28. 03.	17	35	26	16. 12.	11. 02.	29. 12.	16. 03.	24	65	65
Ljubicevski Most Любичевски Мост	02. 12.	03. 02.	16. 12.	20. 03.	11	53	47	08. 12.	19. 02.	28. 12.	15. 03.	10	62	59
Veliko Gradiste Велико Градиште	06. 12.	05. 03.	31. 12.	21. 03.	16	36	27	26. 12.	08. 12.	07. 01.	13. 03.	26	68	68
Drobeta-T. Severin Дробета-Т. Северин	13. 12.	09. 02.	28. 12.	16. 03.	25	76	76	14. 01.	14. 01.	28. 01.	28. 01.	16	16	16
Novo Selo Ново Село	13. 12.	23. 02.	25. 12.	15. 03.	32	84	84	09. 01.	29. 01.	13. 02.	08. 03.	42	55	55
Lom Лом	11. 12.	01. 03.	25. 12.	15. 03.	31	83	83	01. 01.	06. 02.	12. 01.	09. 03.	31	55	55
Zevalu Зевалу	12. 11.	15. 02.	11. 12.	22. 03.	33	100	55	18. 12.	05. 02.	02. 01.	11. 03.	19	48	40

Tab. 5. Fortsetzung
Табл. 5: 3-ье продолжение
Tab. 5: 3rd continuation

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Ibisen Ибисен	22. 11.	15. 02.	02. 01.	23. 03.	40	102	48	25. 12.	21. 02.	05. 01.	19. 03.	26	81	81
Svistov Свистов	10. 12.	22. 02.	26. 12.	20. 03.	31	90	90	29. 12.	30. 01.	14. 01.	13. 03.	27	67	67
Ruse Русе	09. 12.	22. 02.	26. 12.	20. 03.	31	89	89	26. 12.	04. 02.	21. 01.	13. 03.	34	66	66
Pyre Гиургу Джурджу	10. 12.	22. 02.	08. 01.	18. 03.	28	88	32	26. 12.	01. 02.	11. 01.	16. 03.	33	69	69
Budesti Будешти	10. 11.	10. 02.	07. 12.	24. 03.	43	102	53	12. 12.	09. 03.	24. 12.	12. 03.	41	77	77
Silistra Силистра	12. 12.	22. 02.	28. 12.	26. 03.	33	91	91	22. 12.	22. 02.	21. 01.	20. 03.	35	76	76
Slobozia Слобозия	19. 11.	24. 01.	21. 01.	28. 03.	46	108	55	05. 12.	11. 03.	21. 12.	18. 03.	30	78	75
Braila Браила	11. 12.	07. 02.	14. 01.	25. 03.	36	91	37	19. 12.	15. 02.	27. 01.	21. 03.	40	83	83
Lungoci Лунгоч	09. 11.	18. 02.	06. 02.	31. 03.	63	113	55	11. 12.	08. 03.	13. 01.	14. 03.	21	73	70

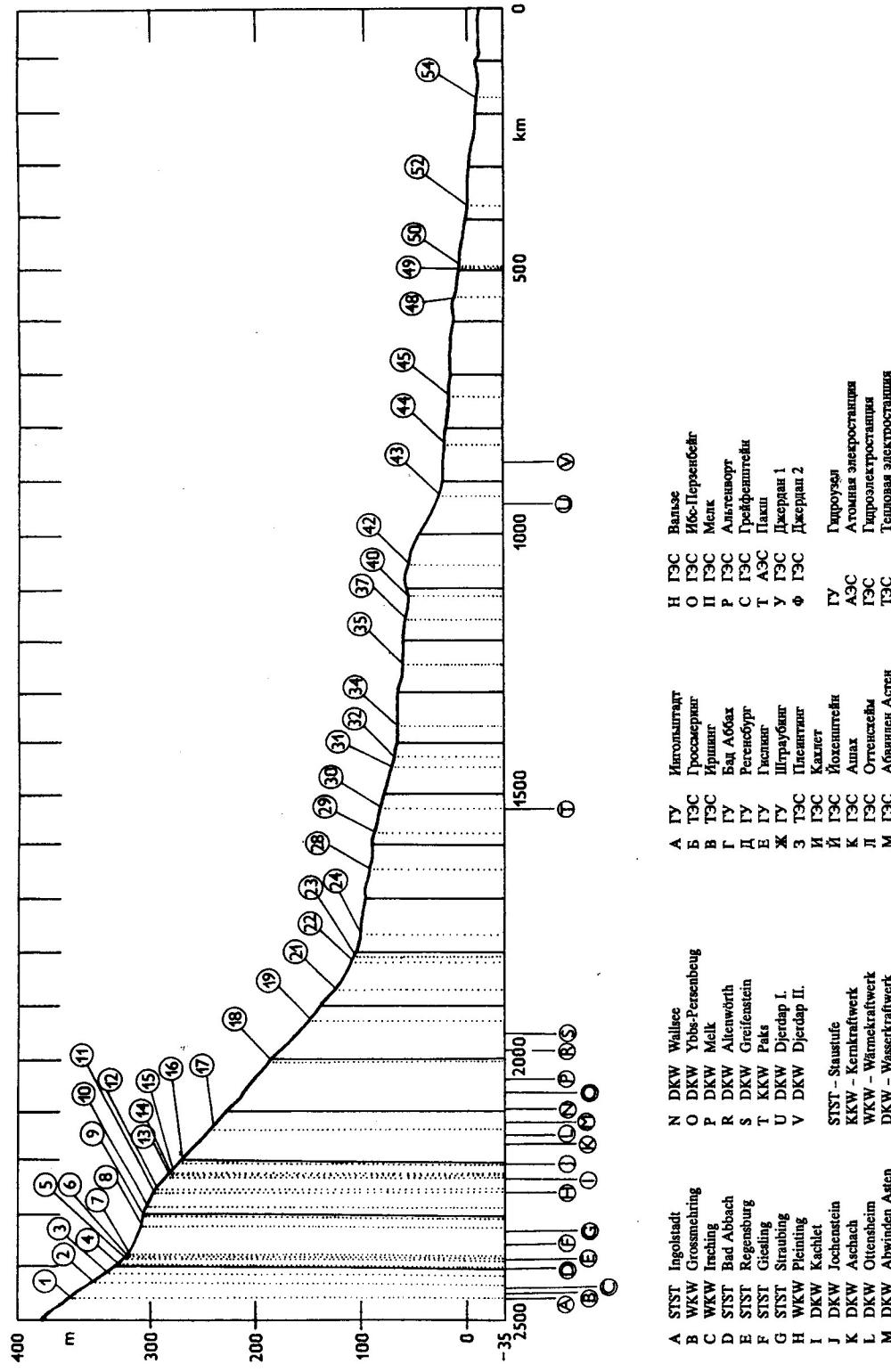


Abb. 1 Übersichtslängsschnitt der Donau mit Anlagen zur Wasserkraftnutzung und kalorischen Kraftwerken

Рис. 1 Наглядный продольный профиль Дуная с оборудованием по использованию водной энергии и тепловыми электростанциями

Fig. 1 Synoptical longitudinal profile of the Danube with water and thermal power plants.

ZEICHENERKLÄRUNG

- A 1 Ingolstadt-Donau
2 Oberndorf-Donau
3 Schwabach-Donau
4 Straßing-Dein
5 Pfeffing-Donau
6 Deggendorf-Donau
7 Linz-Donau
8 Stein-Krems-Donau
9 Passau-Donau
10 Achleiten-Donau
11 Engelhartzell-Donau
12 Linz-Donau
13 Deggendorf-Donau
14 Pfeffing-Donau
15 Salzach-Donau
16 Wels-Donau
17 Krems-Donau
18 Wels-Donau
19 Wels-Donau
20 Mor-Jan-March
21 Braislaava-Donau
22 Gabčíkovo-Donau
23 Komarno-Donau
24 Sala-Vah
25 Brichy-Hron
26 Ipel-Sokolec-Ipel
27 Budapesti-Arges
28 Sibiu-Danau
29 Brăila-Danau
30 Dunajvaros-Danau
- B 31 Mohacs-Donau
32 Bezdán-Donau
33 D. Miholjac-Drau
34 Bogorjevo-Donau
35 Senja-Thet+
36 Sr. Mirovica-Save
37 Smiderevo-Donau
38 I.J. Most-V. Morava
39 Gradisic-Donau
40 Drobetá-T. Severin-Donau
41 Novo Selo-Donau
42 Lon-Donau
43 Zevalj-Jiu
44 Vodnjan-Donau
45 Vodnjan-Donau
46 Zavala-Jiu
47 Isbican-Olt
48 Svistov-Danau
49 Ruso-Donau
50 Giurgiu-Donau
51 Budapesti-Arges
52 Siliștra-Danau
53 Slobozia-Jalomița
54 Brăila-Danau
55 Langoci-Siret

Условные обозначения

- 1 Иогольнгарт-Дунай
2 Гросмюнхинген
3 Бад Аббах
4 Обердорф-Дунай
5 Швабах-Дунай
6 Гислинг
7 Штрасбург-Дунай
8 Штадтхалль-Дунай
9 Графенштадт-Дунай
10 Дегендорф-Дунай
11 Хофхархен-Дунай
12 Фильхорст-Дунай
13 Ашах
14 Пассау-Дунай
15 Ахлахен-Дунай
16 Энцхардсфельд-Дунай
17 Ланд-Дунай
18 Штайг-Креас - Дунай
19 Вене-Дунай
20 Моракса Ян-Морава
21 Брангислава-Дунай
22 Габчиково-Дунай
23 Комарно-Дунай
24 Коньмаро-Дунай
25 Шлан-Ваг
26 Брега-Грон
27 Идел-Сокоса-Испиль
28 Будапешт-Дунай
29 Дунайварош-Дунай
- 30 Пакс-Дану
31 Можач-Дунай
32 Бездан-Дунай
33 Д. Михоляч-Драу
34 Богоево-Дунай
35 Сента-Тиса
36 Сент-Лида
37 Ср. Митровина-Сава
38 Средерое-Дунай
39 Ного Сло-Дунай
40 Йон-Дунай
41 Люб. Мост-В. Морава
42 В. Градиште-Дунай
43 Турун Северин-Дунай
44 Ного Сло-Дунай
45 Йон-Дунай
46 Зевала-Жиу
47 Искендер-Ольт
48 Санджове-Дунай
49 Руес-Дунай
50 Джурджу-Дунай
51 Бусенга-Ардажи
52 Силистра-Дунай
53 Слобозия-Яломица
54 Бранта-Дунай
55 Лунгоч-Сирет
- 30 Паки
31 Мелк
32 Алагенворт
33 Грайфенштадт
34 Паки
35 Джердан 1
36 Джердан 2
37 Гидроузел
38 Атомная электростанция
39 Гидроэлектростанция
40 Термальная электростанция

- A STST Ingolstadt
B WKW Großmühldorf
C WKW Irsching
D STST Bad Abbach
E STST Regensburg
F STST Giesing
G STST Straubing
H WKW Pleinting
I DKW Kachlet
J DKW Jochenstein
K DKW Aschach
L DKW Ottensheim
M DKW Abwenden Astien
N DKW Wallsee
O DKW Ybbs-Persenbeug
P DKW Melk
R DKW Altenwörth
S DKW Greifensee
T KKW Pak
U DKW Djerdap I
V DKW Djerdap II
STST - Staustufe
KKW - Kernkraftwerk
WKW - Wärmeckraftwerk
DKW - Wasserkraftwerk

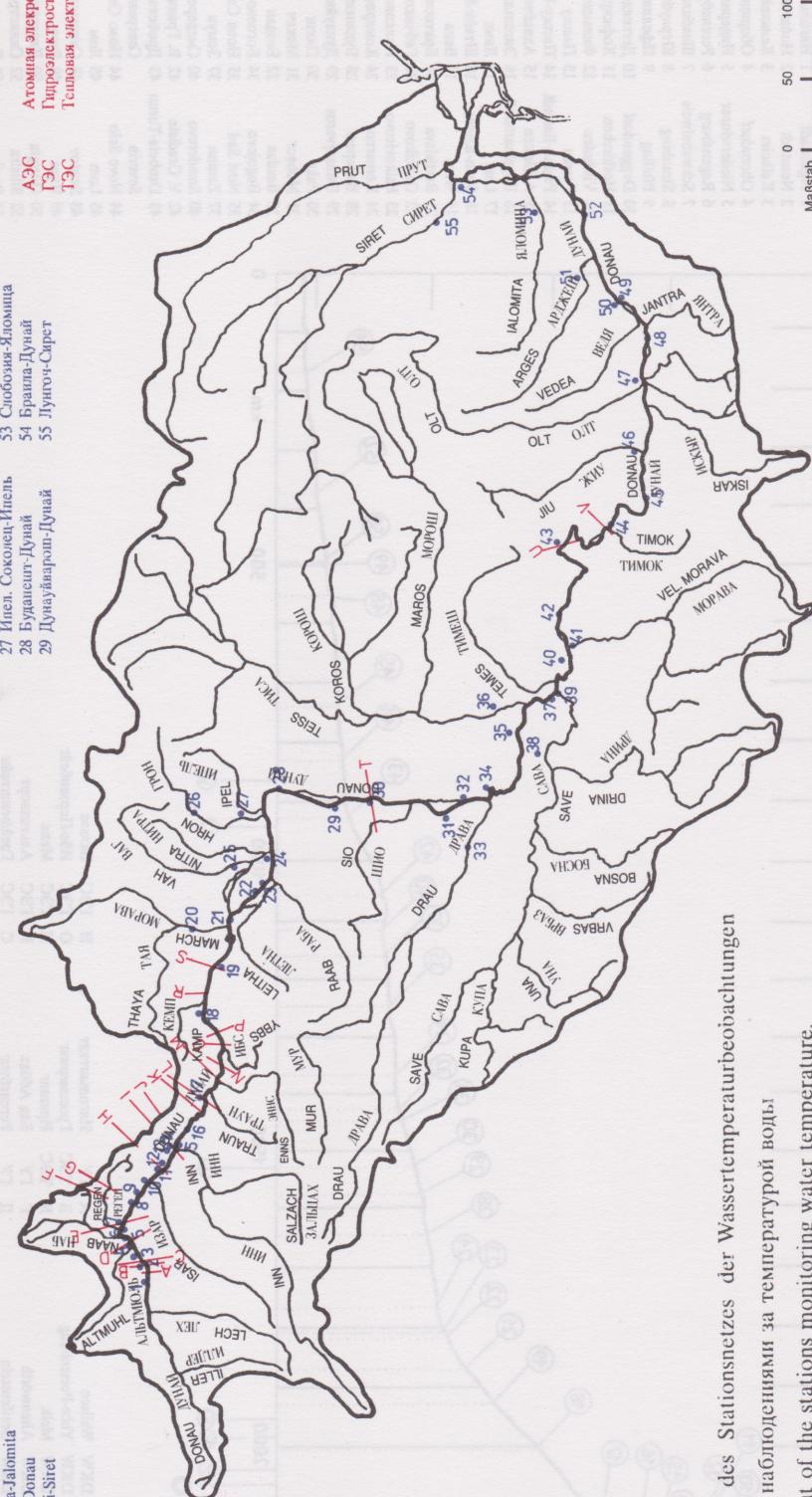


Abb. 2 Übersichtskarte des Stationsnetzes der Wassertemperaturbeobachtungen

Рис. 2 Сеть станций с наблюдениями за температурой воды

Fig. 2 Synoptical layout of the stations monitoring water temperature.

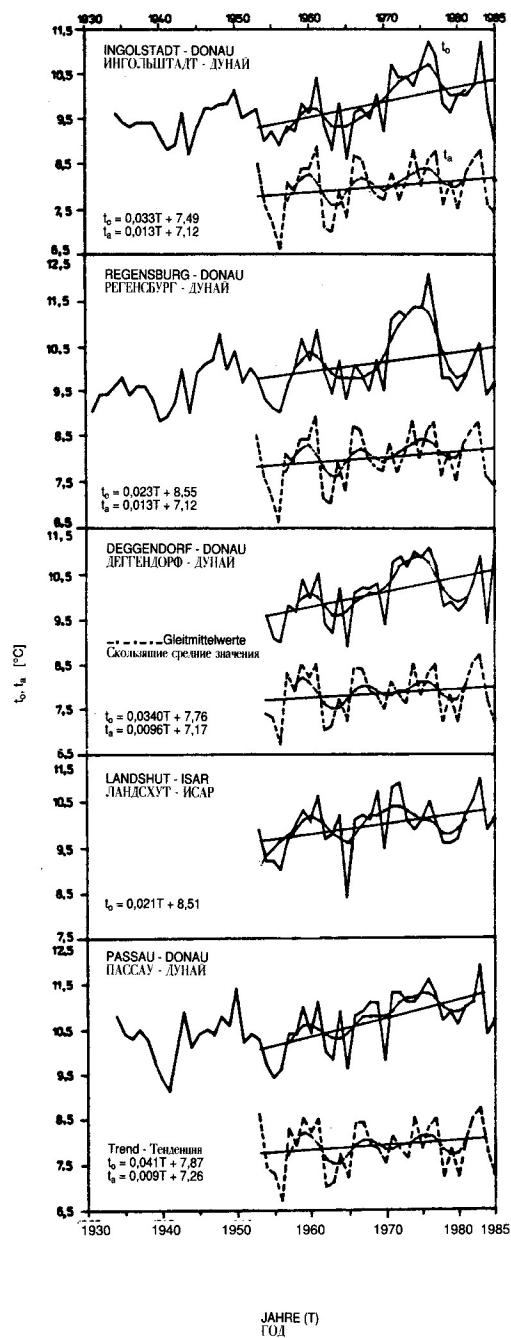


Abb. 3a Zeitreihen der mittleren jährlichen Temperaturen des Wassers (t_o) und der Luft (t_a) der Stationen an Isar und Donau von Ingolstadt bis Passau

Рис. 3а Временные ряды среднегодовых температур воды (t_o) и воздуха (t_a) на станциях рек Изар и Дунай от Ингольштадта до Кахлкета

Fig. 3a Time series of mean annual water (t_o) and air (t_a) temperatures in stations at Isar and on the Danube from Ingolstadt down to Passau.

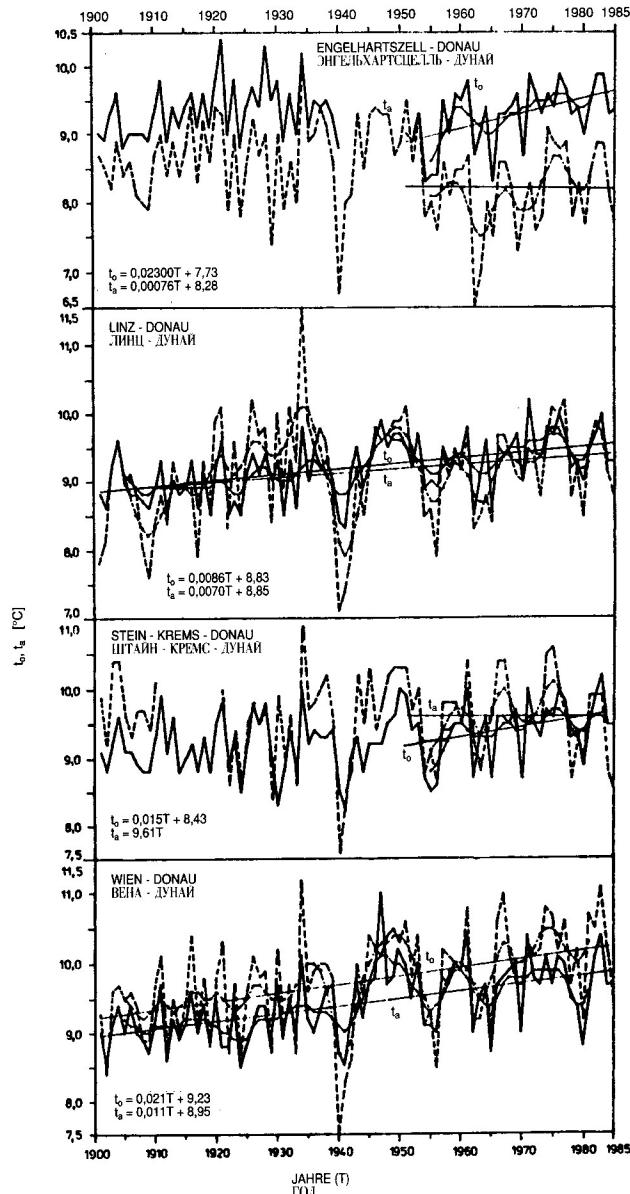


Abb. 3b Zeitreihen der mittleren jährlichen Temperaturen des Wassers (t_o) und der Luft (t_a) der Stationen an der Donau von Engelhartszell bis Wien

Рис. 3б Временные ряды среднегодовых температур воды (t_o) и воздуха (t_a) на станциях Дуная от Энгельхартцелля до Вены

Fig. 3b Time series of mean annual water (t_o) and air (t_a) temperatures in the stations on the Danube from Engelhartszell down to Wiena.

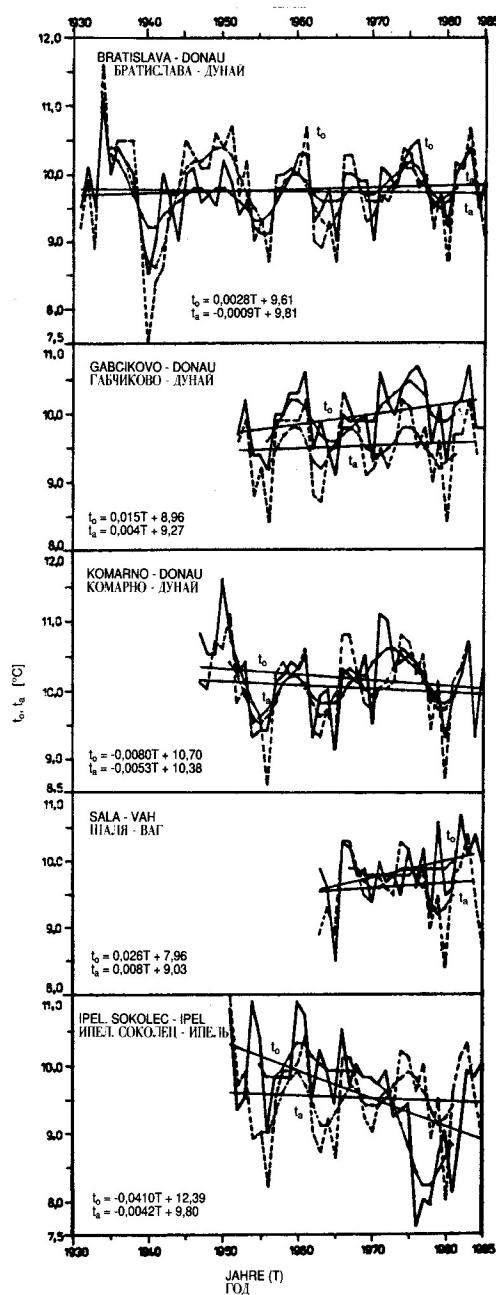


Abb. 3c Zeitreihen der mittleren jährlichen Temperaturen des Wassers (t_o) und der Luft (t_a) der Stationen an Vah und Ipel sowie an der Donau von Bratislava bis Komarno

Рис. 3в Временные ряды среднегодовых температур воды (t_o) и воздуха (t_a) на станциях рек Ваг и Ипель а также Дуная от Братиславы до Комарно

Fig. 3c Time series of mean annual water (t_o) and air (t_a) temperatures in the stations on the rivers Vah and Ipel, and on the Danube from Bratislava down to Komarno.

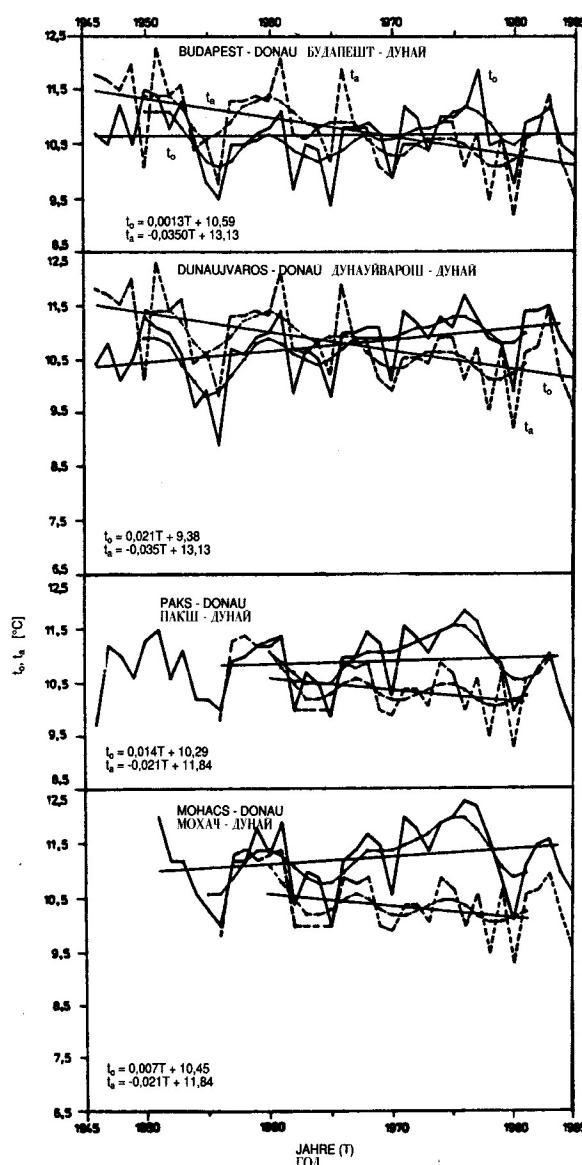


Abb. 3d Zeitreihen der mittleren jährlichen Temperaturen des Wassers (t_o) und der Luft (t_a) der Stationen an der Donau von Budapest bis Mohacs

Рис. 3г Временные ряды среднегодовых температур воды (t_o) и воздуха (t_a) на станциях Дуная от Будапешта до Мохача

Fig. 3d Time series of mean annual water (t_o) and air (t_a) temperatures in the stations on the Danube from Budapest down to Mohacs

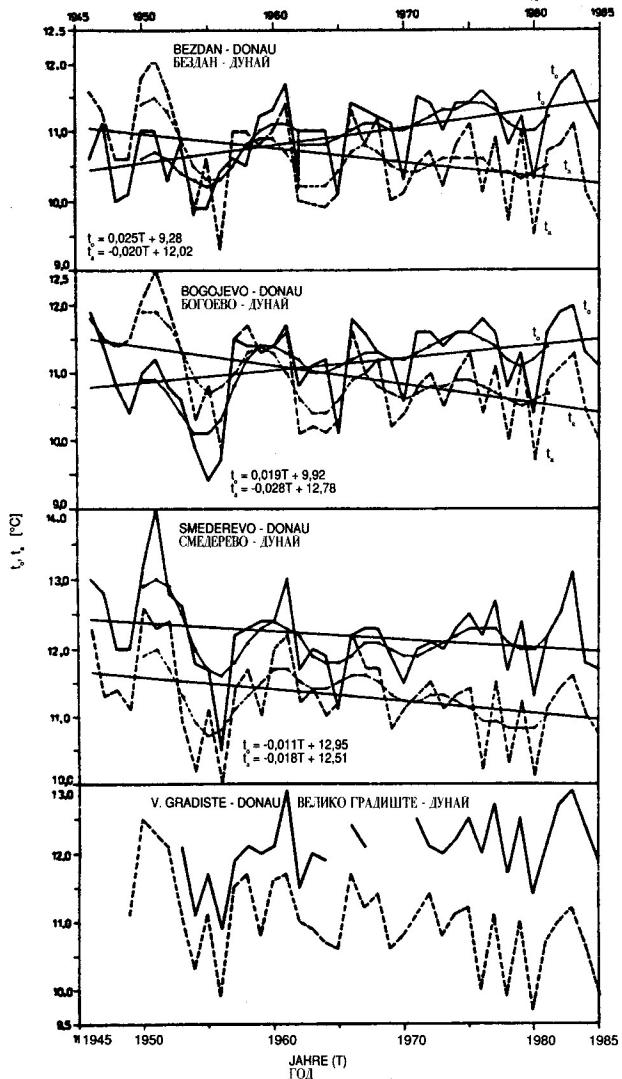


Abb. 3e Zeitreihen der mittleren jährlichen Temperaturen des Wassers (t_o) und der Luft (t_a) der Stationen an der Donau von Bezdan bis V. Gradiste

Рис. 3д Временные ряды среднегодовых температур воды (t_o) и воздуха (t_a) на станциях Дуная от Бездана до В. Градишта

Fig. 3e Time series of mean annual water (t_o) and air (t_a) temperatures in the stations from Bezdan down to V. Gradiste.

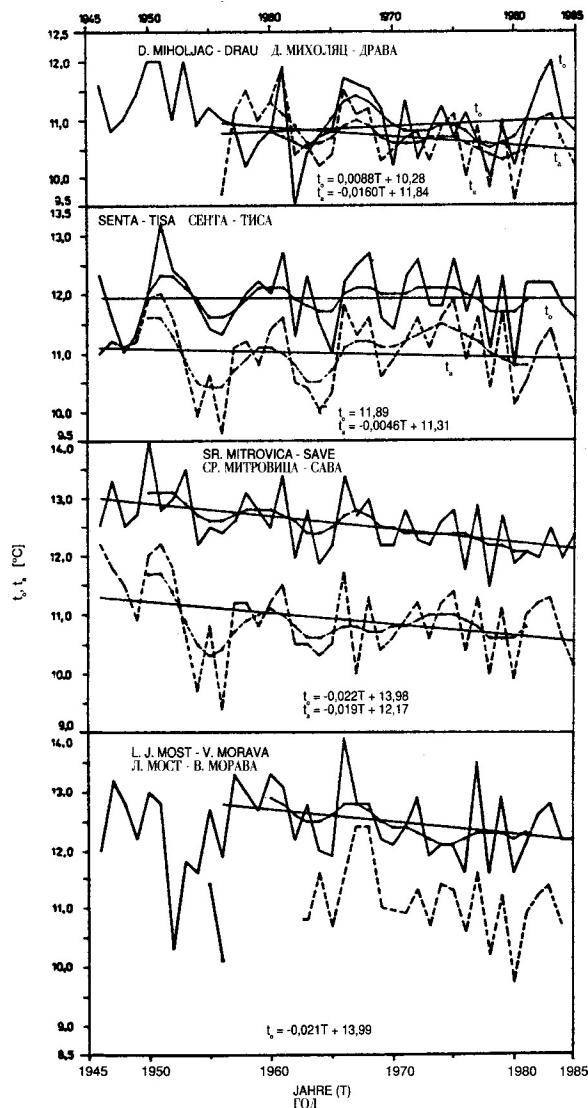


Abb. 3f Zeitreihen der mittleren jährlichen Temperaturen des Wassers (t_o) und der Luft (t_a) der Stationen an Drau, Tisa, Sava und V. Morava

Рис. 3е Временные ряды среднегодовых температур воды (t_o) и воздуха (t_a) на станциях рек Драва, Тиса, Сава и В. Морава

Fig. 3f Time series of mean annual water (t_o) and air (t_a) temperatures in the stations on the rivers Drava, Tisa, Sava and V. Morava

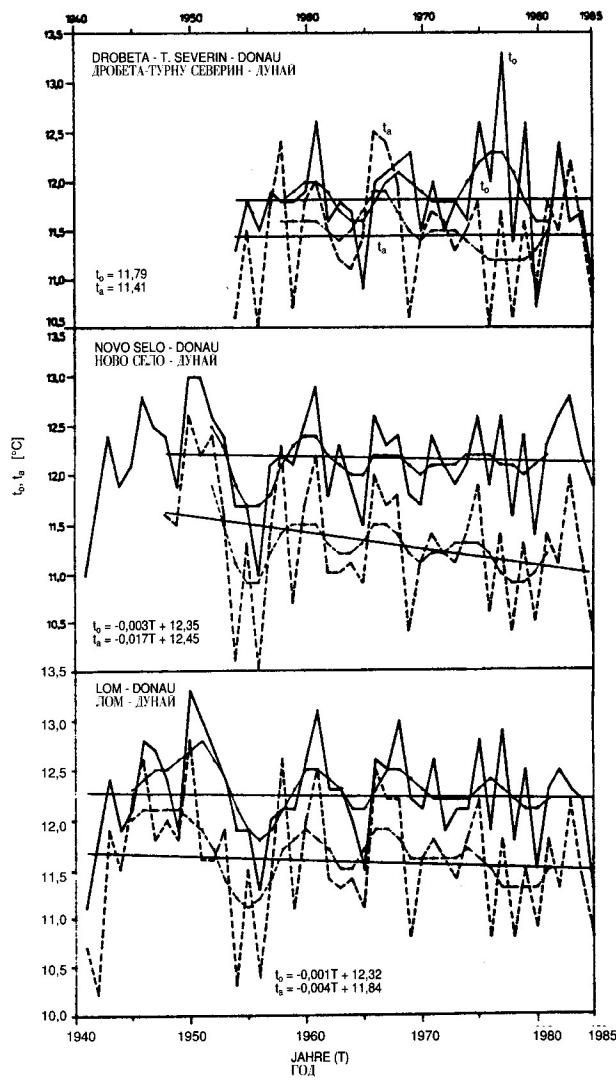


Abb. 3g Zeitreihen der mittleren jährlichen Temperaturen des Wassers (t_o) und der Luft (t_a) der Stationen an der Donau von Drobeta-Turnu Severin bis Lom

Рис. 3ж Временные ряды среднегодовых температур воды (t_o) и воздуха (t_a) на станциях Дуная от Дробета-Турну Северин до Лома

Fig. 3g Time series of mean annual water (t_o) and air (t_a) temperatures in the stations from Drobeta-Turnu Severin down to Lom

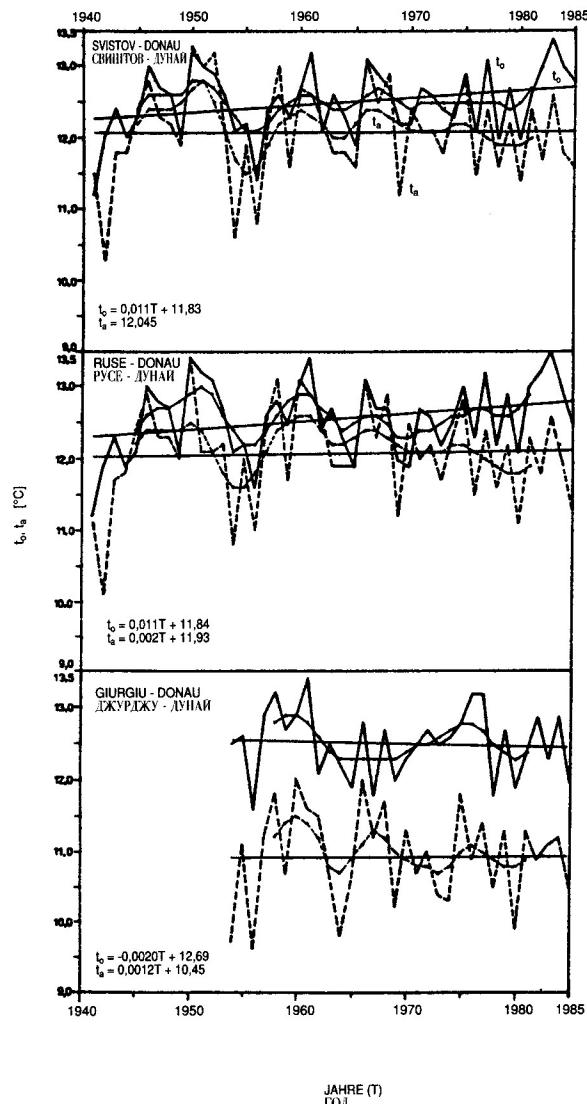


Abb. 3h Zeitreihen der mittleren jährlichen Temperaturen des Wassers (t_o) und der Luft (t_a) der Stationen an der Donau von Svistov bis Giurgiu

Рис. 3з Временные ряды среднегодовых температур воды (t_o) и воздуха (t_a) на станциях Дуная от Свиштова до Джурджу

Fig. 3h Time series of mean annual water (t_o) and air (t_a) temperatures in the stations on the Danube from Svistov down to Giurgiu

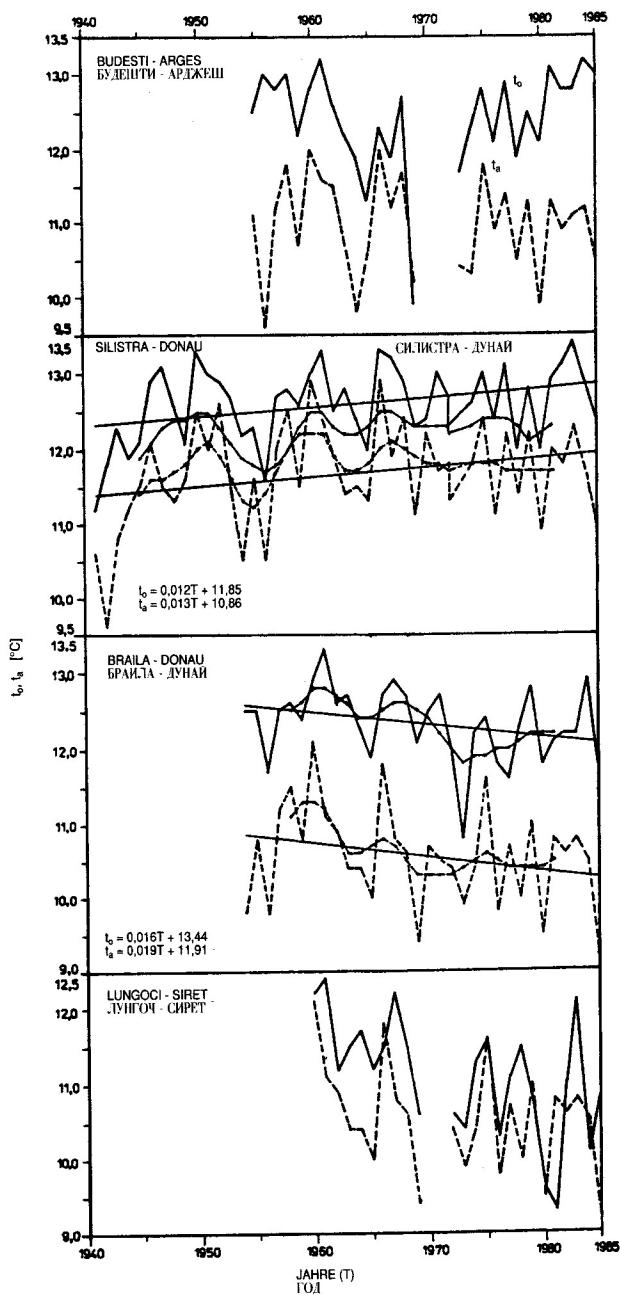


Abb. 3i Zeitreihen der mittleren jährlichen Temperaturen des Wassers (t_o) und der Luft (t_a) der Stationen an Arges und Siret sowie an der Donau von Silistra bis Braila

Рис. 3и Временные ряды среднегодовых температур воды (t_o) и воздуха (t_a) на станциях рек Арджеш и Сирет а также Дуная от Силистры до Браилы

Fig. 3i Time series of mean annual water (t_o) and air (t_a) temperatures in the stations on the rivers Arges and Siret, and on the Danube from Silistra down to Braila

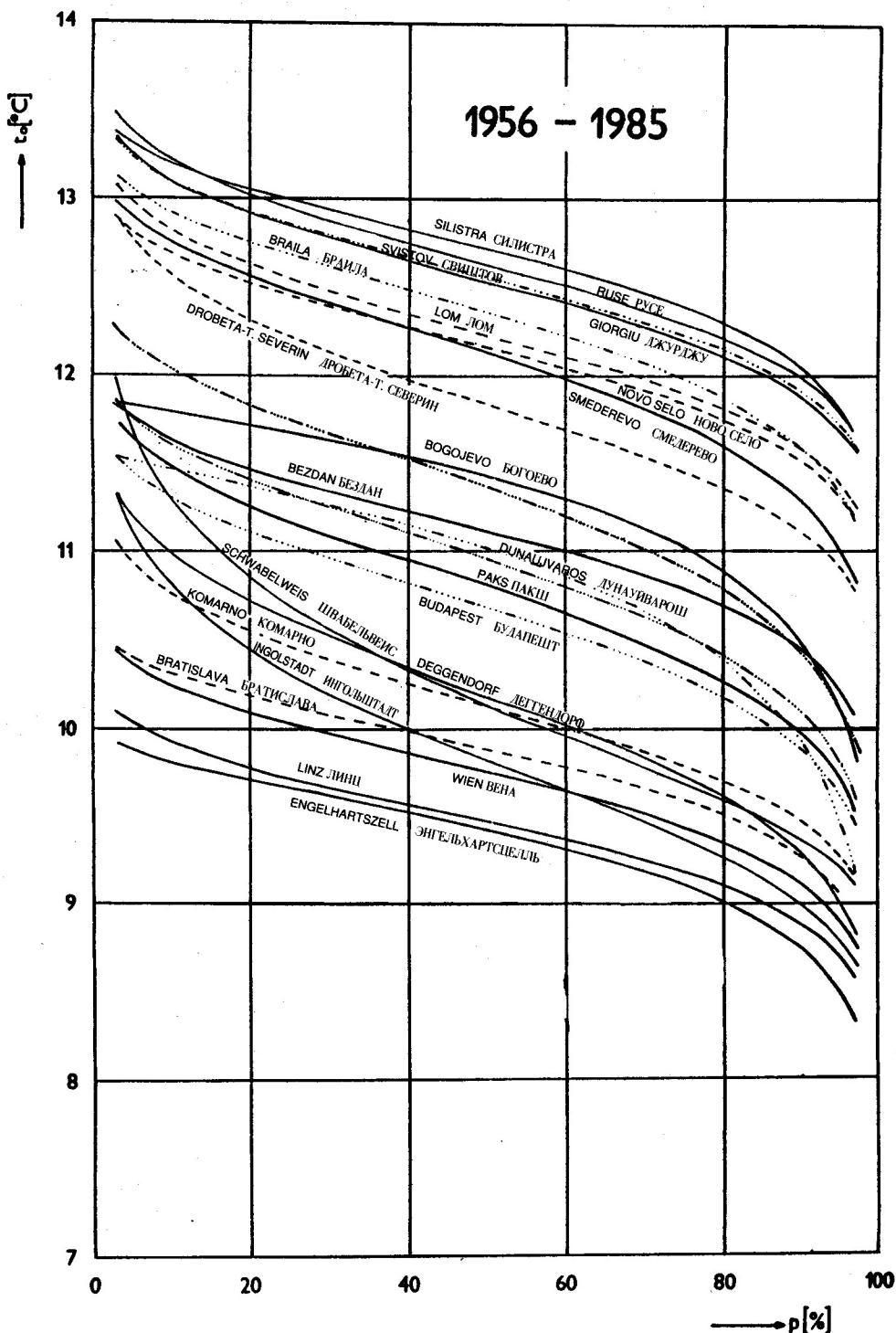


Abb. 4a Dauerlinien der mittleren jährlichen Temperatur des Wassers an ausgewählten Stationen entlang der Donau für den Zeitraum 1956–1985

Рис. 4а Кривые продолжительности среднегодовой температуры воды для водомерных постов на Дунае за период 1956 – 1985 гг.

Fig. 4a Duration curves of mean annual water temperature in selected stations along the Danube over the period 1956–1985

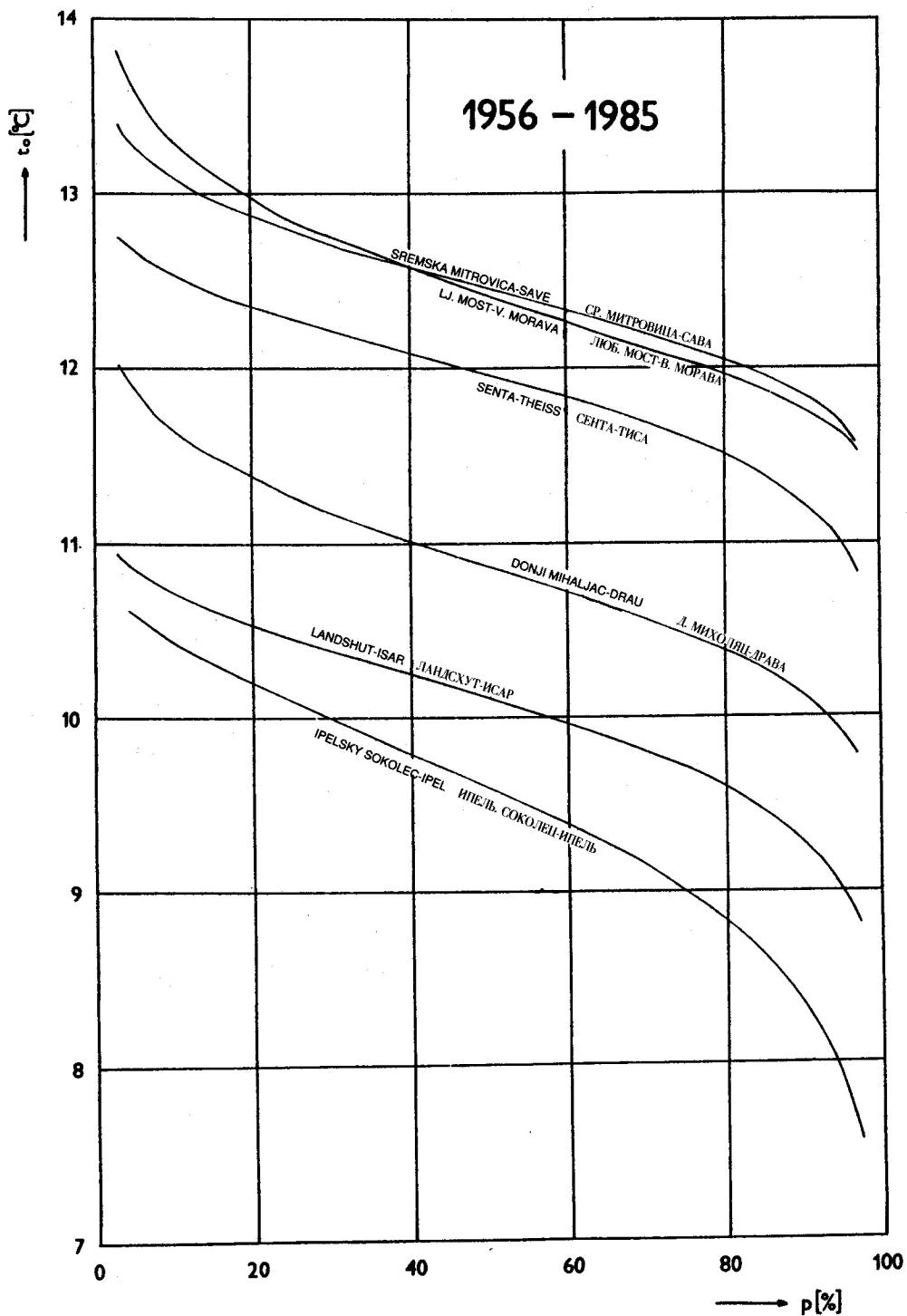


Abb. 4b Dauerlinien der mittleren jährlichen Temperatur des Wassers an ausgewählten Stationen der Zubringer für den Zeitraum 1956–1985

Рис. 4б Кривые продолжительности среднегодовой температуры воды для водомерных постов на притоках за период 1956 – 1985 гг.

Fig. 4b Duration curves of mean annual water temperature in selected stations on tributaries over the period 1956–1985

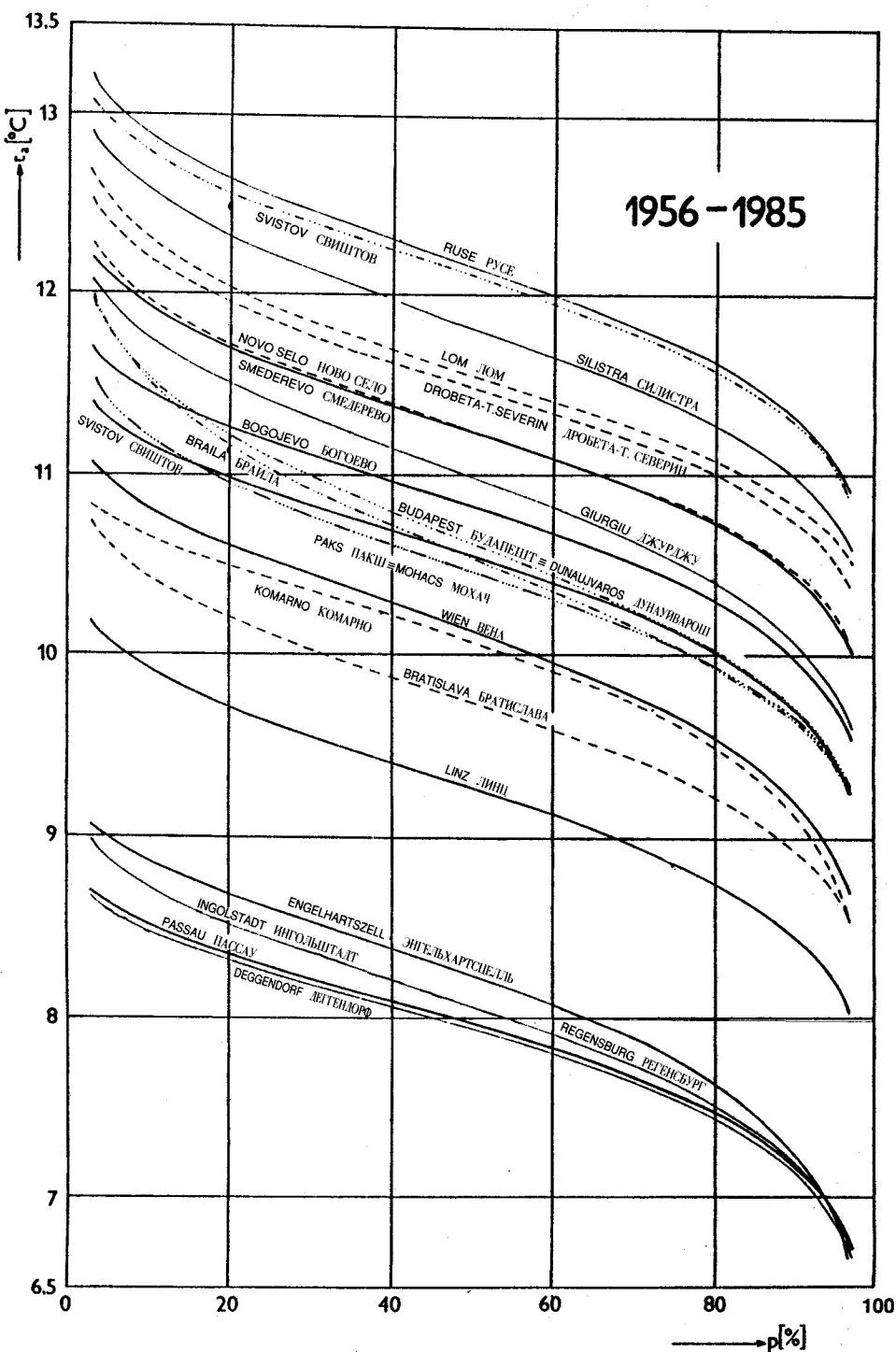


Abb. 5a Dauerlinien der mittleren jährlichen Temperatur der Luft an ausgewählten Stationen entlang der Donau für den Zeitraum 1956–1985

Рис. 5а Кривые продолжительности среднегодовой температуры воздуха на избранных станциях вдоль Дуная за период 1956 – 1985 гг.

Fig. 5a Duration curves of mean annual air temperature in selected stations along the Danube over the period 1956–1985.

DIE ZUBRINGER

ПРИТОКИ

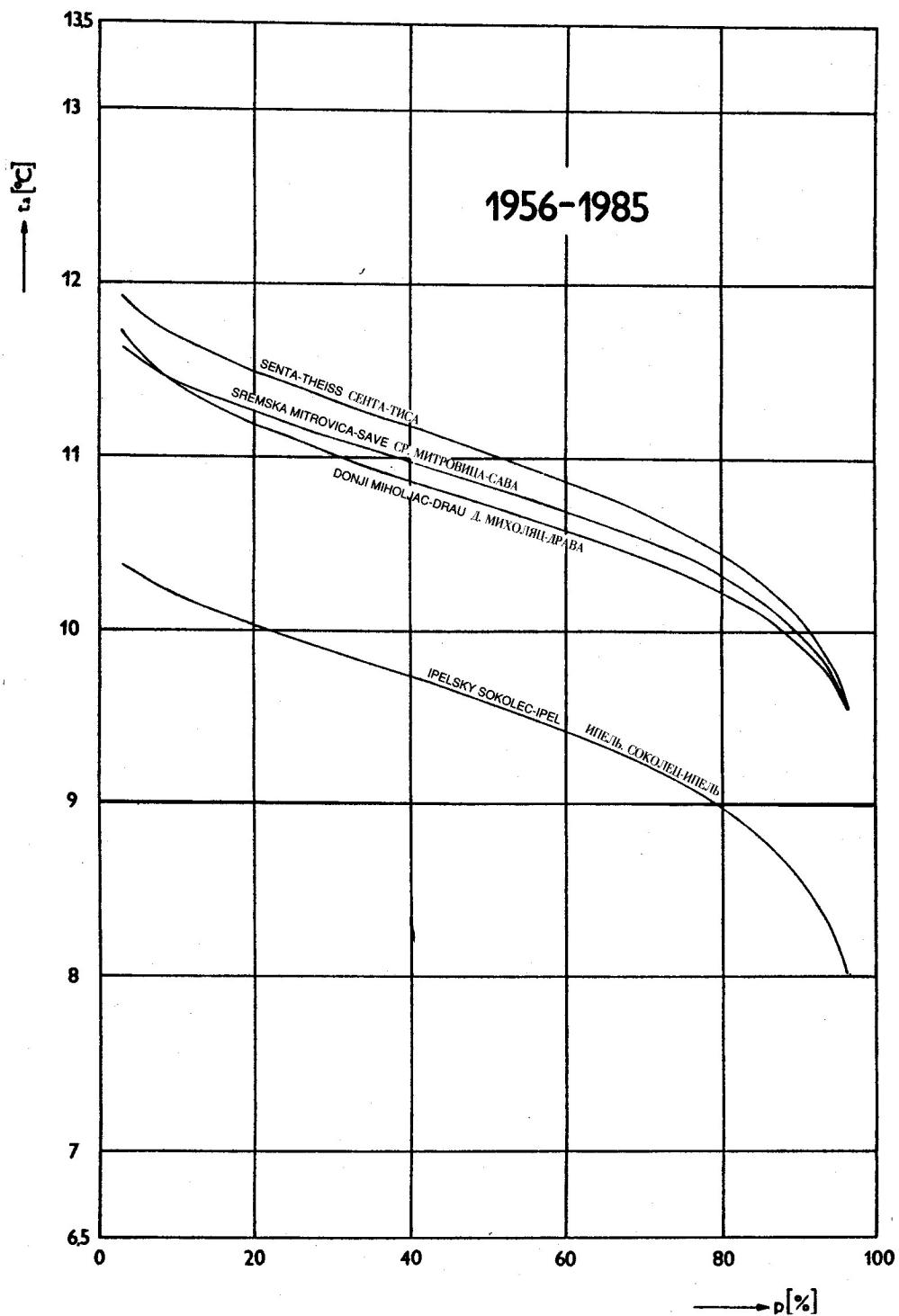


Abb. 5b Dauerlinien der mittleren jährlichen Temperatur der Luft an ausgewählten Stationen der Zubringer für den Zeitraum 1956–1985

Рис. 5б Кривая продолжительности среднегодовой температуры воздуха на избранных станциях на притоках за период 1956 – 1985 гг.

Fig. 5b Duration curves of mean annual air temperature in selected stations on the tributaries over the period 1956–1985

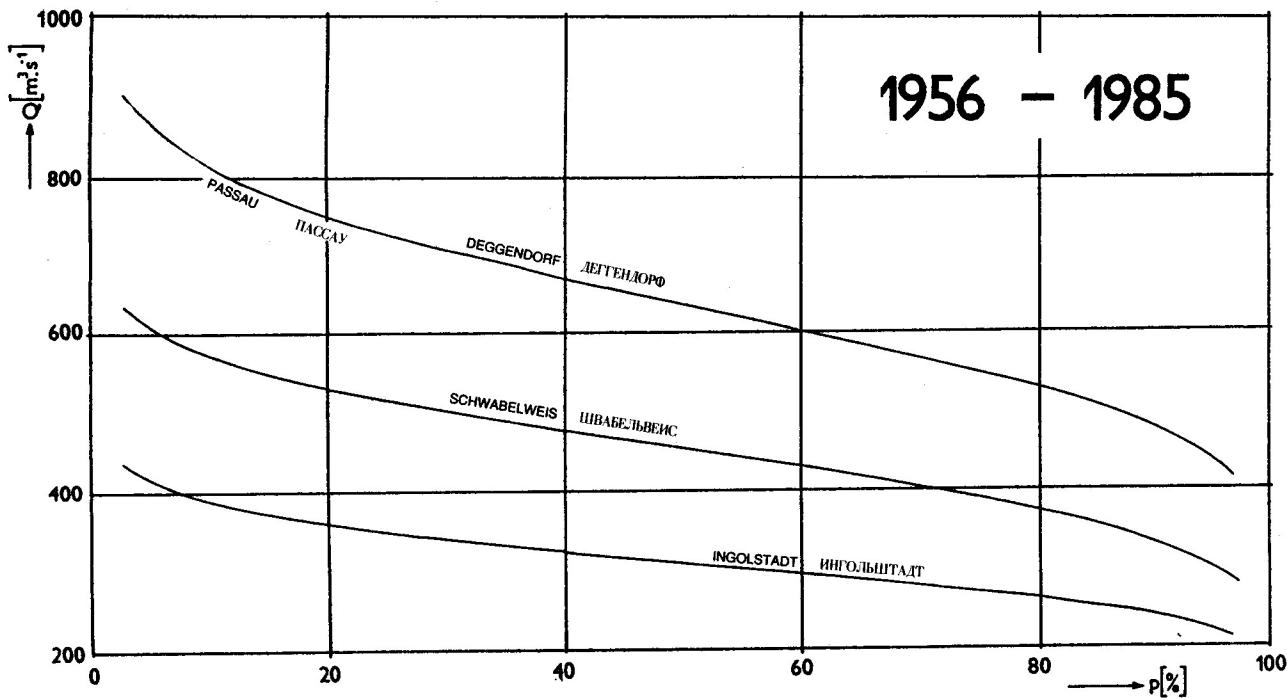


Abb 6a Dauerlinien der mittleren jährlichen Durchflüsse in Ingolstadt, Schwabelweis, Deggendorf und Passau für den Zeitraum 1956–1985

Рис. 6а Кривая продолжительности среднегодовых расходов воды на водомерных постах Ингольштадт, Регенсбург и Деггендорф за период 1956 – 1985 гг.

Fig. 6a Duration curves of mean annual discharges in Ingolstadt, Schwabelweis, Deggendorf and Passau over the period 1956–1985

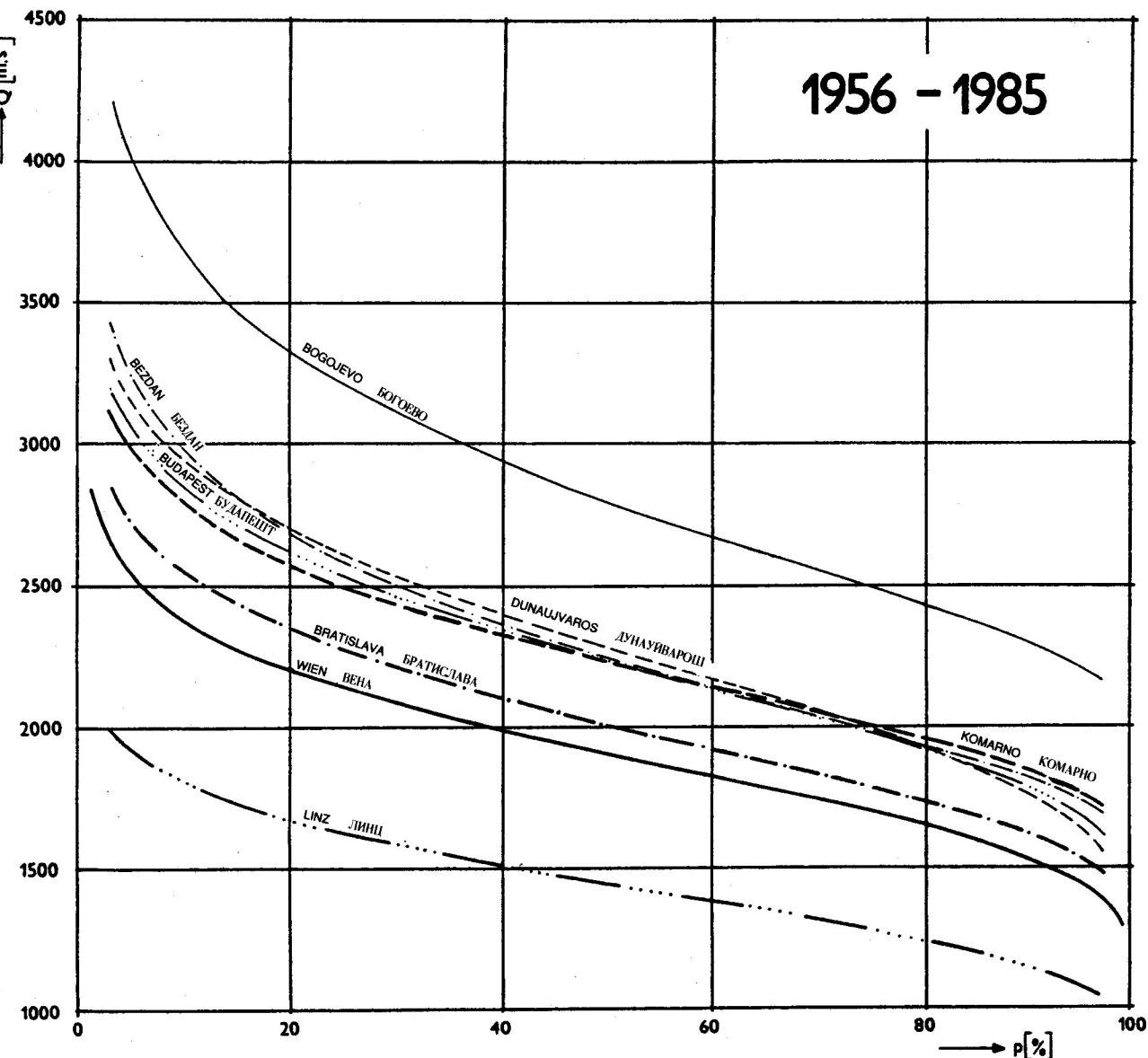


Abb. 6b Dauerlinien der mittleren jährlichen Durchflüsse an den Pegelstationen der Donau von Linz bis Bogojevo für den Zeitraum 1956–1985

Рис. 6б Кривые продолжительности среднегодовых расходов воды на водомерных постах реки Дунай от Вены до Богоево за период 1956 – 1985 гг.

Fig. 6b Duration curves of mean annual discharges in gauging stations on the Danube from Linz down to Bogojevo over the period 1956–1985

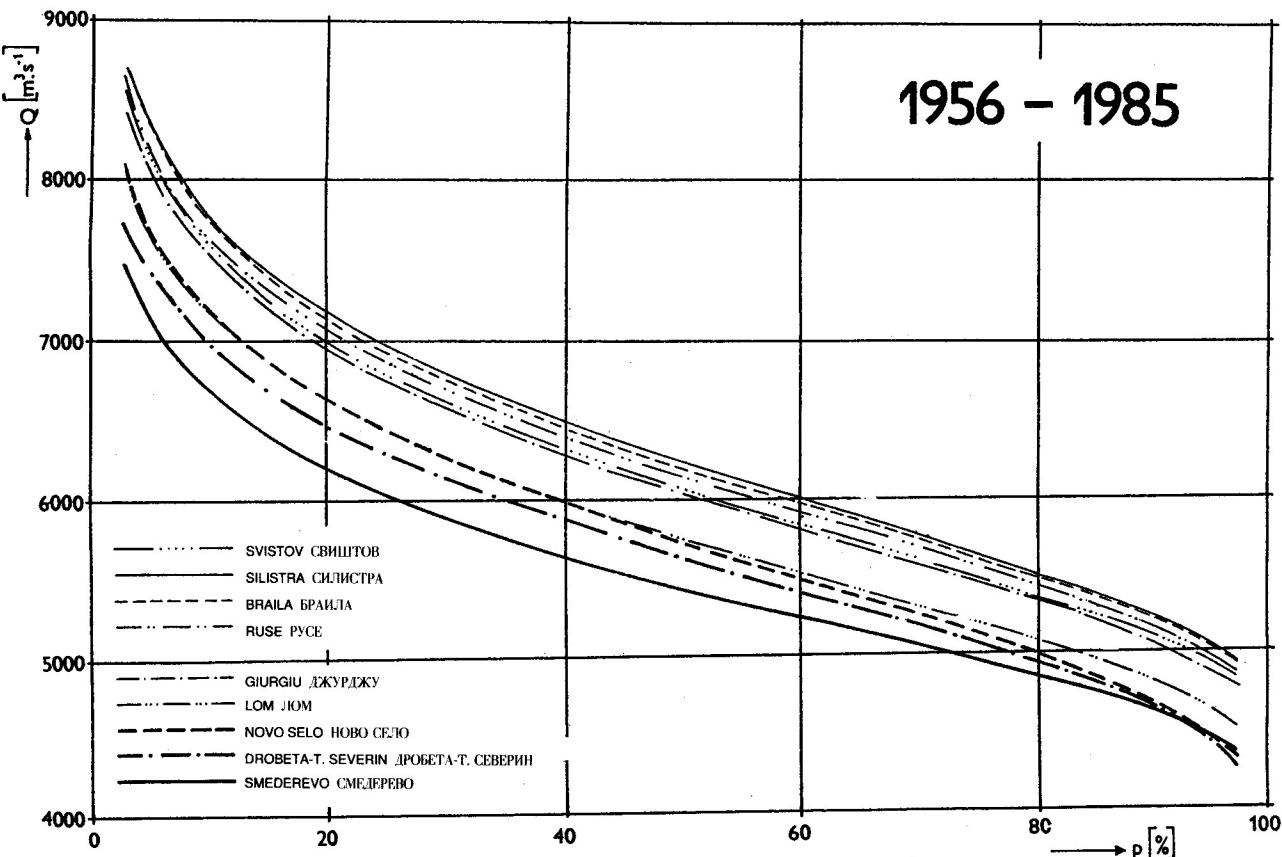


Abb. 6c Dauerlinien der mittleren jährlichen Durchflüsse an den Pegelstationen der Donau von Smederevo bis Braila für den Zeitraum 1956–1985

Рис. 6в Кривые продолжительности среднегодовых расходов воды на водомерных постах реки Дунай от Смедерево до Браилы за период 1956 – 1985 гг.

Fig. 6c Duration curves of mean annual discharges in gauging stations on the Danube from Smederevo down to Braila over the period 1956–1985

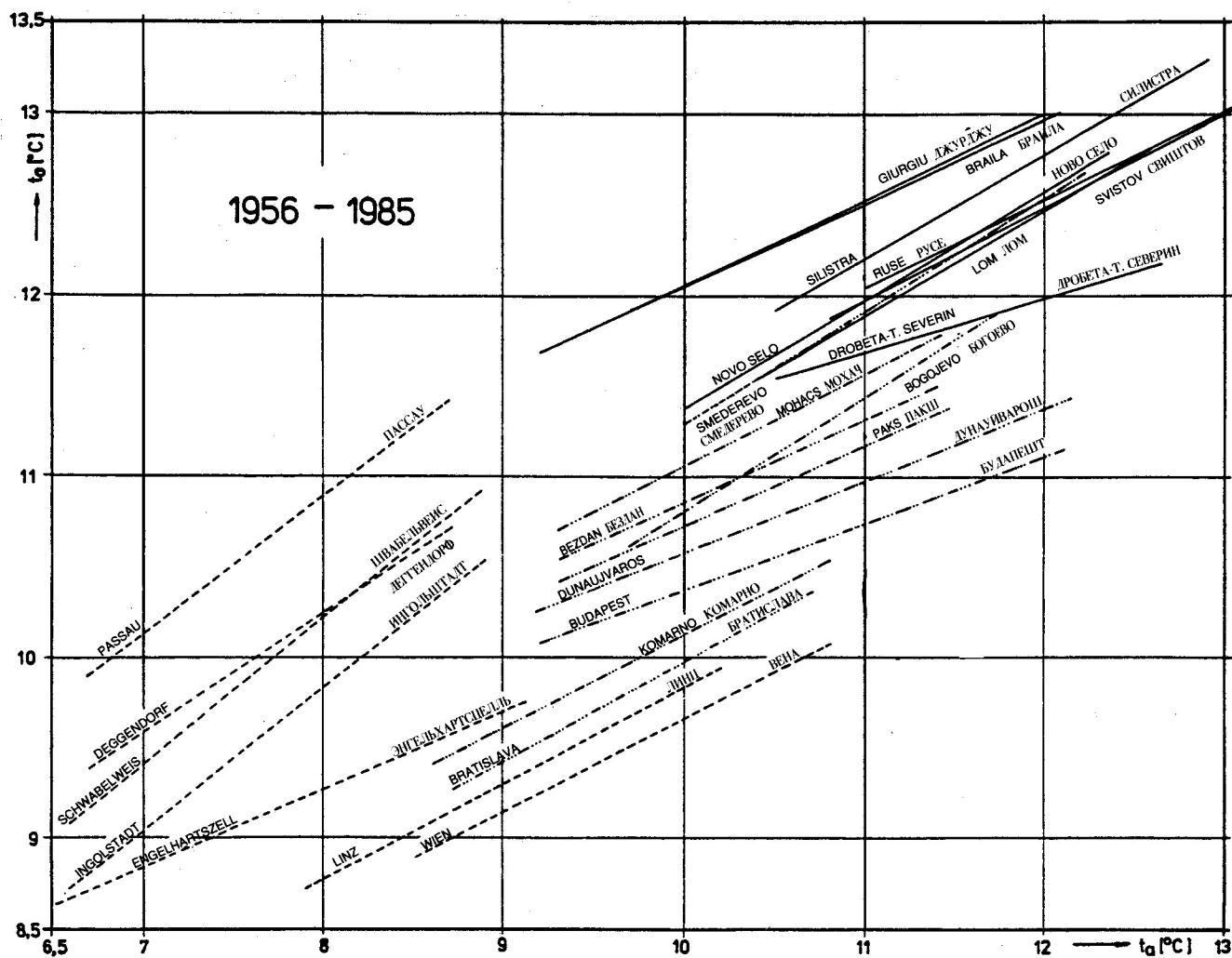


Abb. 7a Korrelation zwischen der mittleren jährlichen Wasser- (t_o) und Lufttemperatur (t_a) an den Pegelstationen der Donau für den Zeitraum 1956–1985

Рис. 7а Корреляционная зависимость между среднегодовой температурой воды (t_o) и воздуха (t_a) на водомерных постах реки Дунай за период 1956 – 1985 гг.

Fig. 7a Correlations between the mean annual water (t_o) and air (t_a) temperature in gauging stations on the Danube over the period 1956–1985

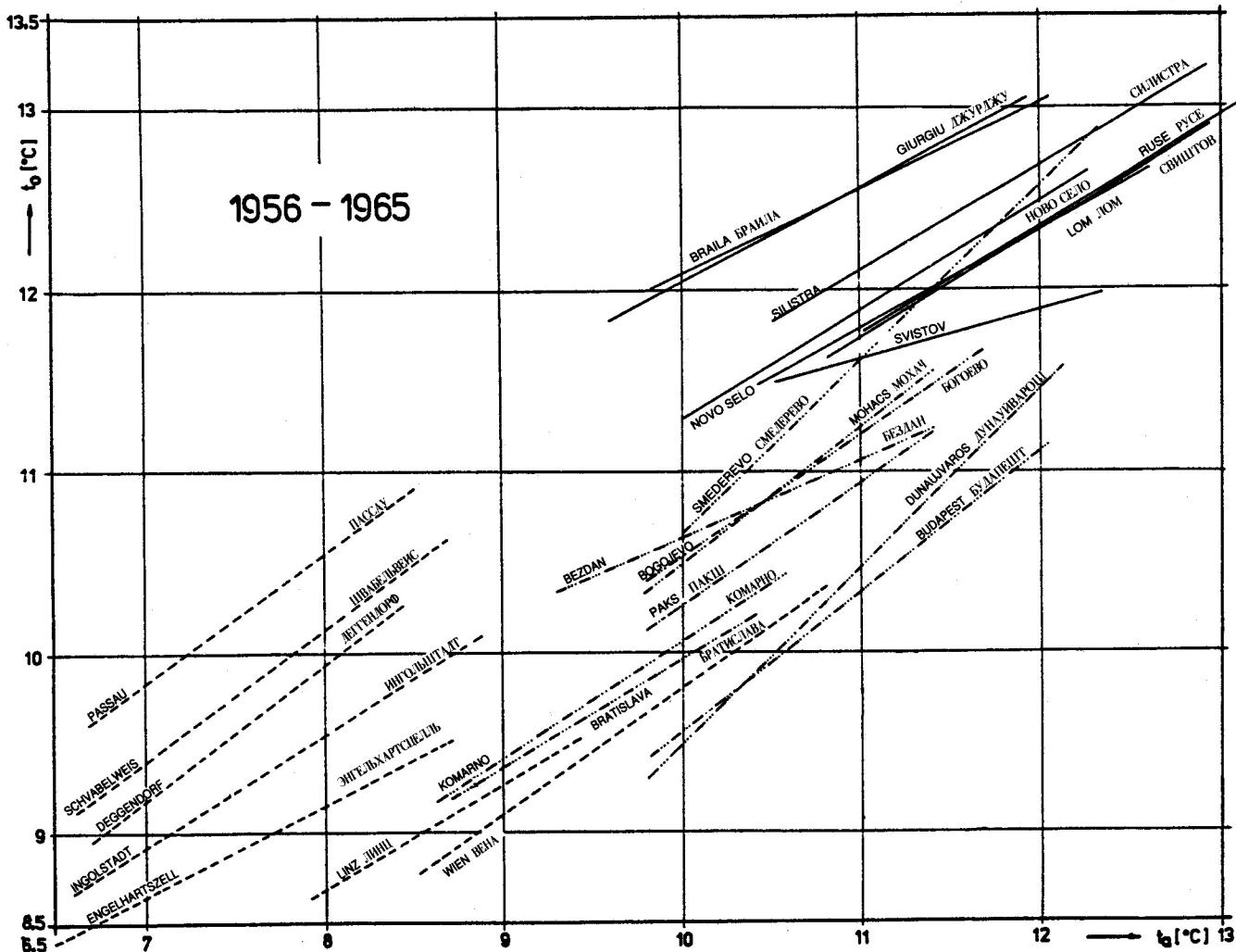


Abb. 7b Korrelation zwischen der mittleren jährlichen Wasser- (t_o) und Lufttemperatur (t_a) an den Pegelstationen der Donau für den Zeitraum 1956–1985

Рис. 7б Корреляционная зависимость между среднегодовой температурой воды (t_o) и воздуха (t_a) на водомерных постах реки Дунай за период 1956 – 1965 гг.

Fig. 7b Correlations between the mean annual water (t_o) and air (t_a) temperature in gauging stations on the Danube over the period 1956–1965

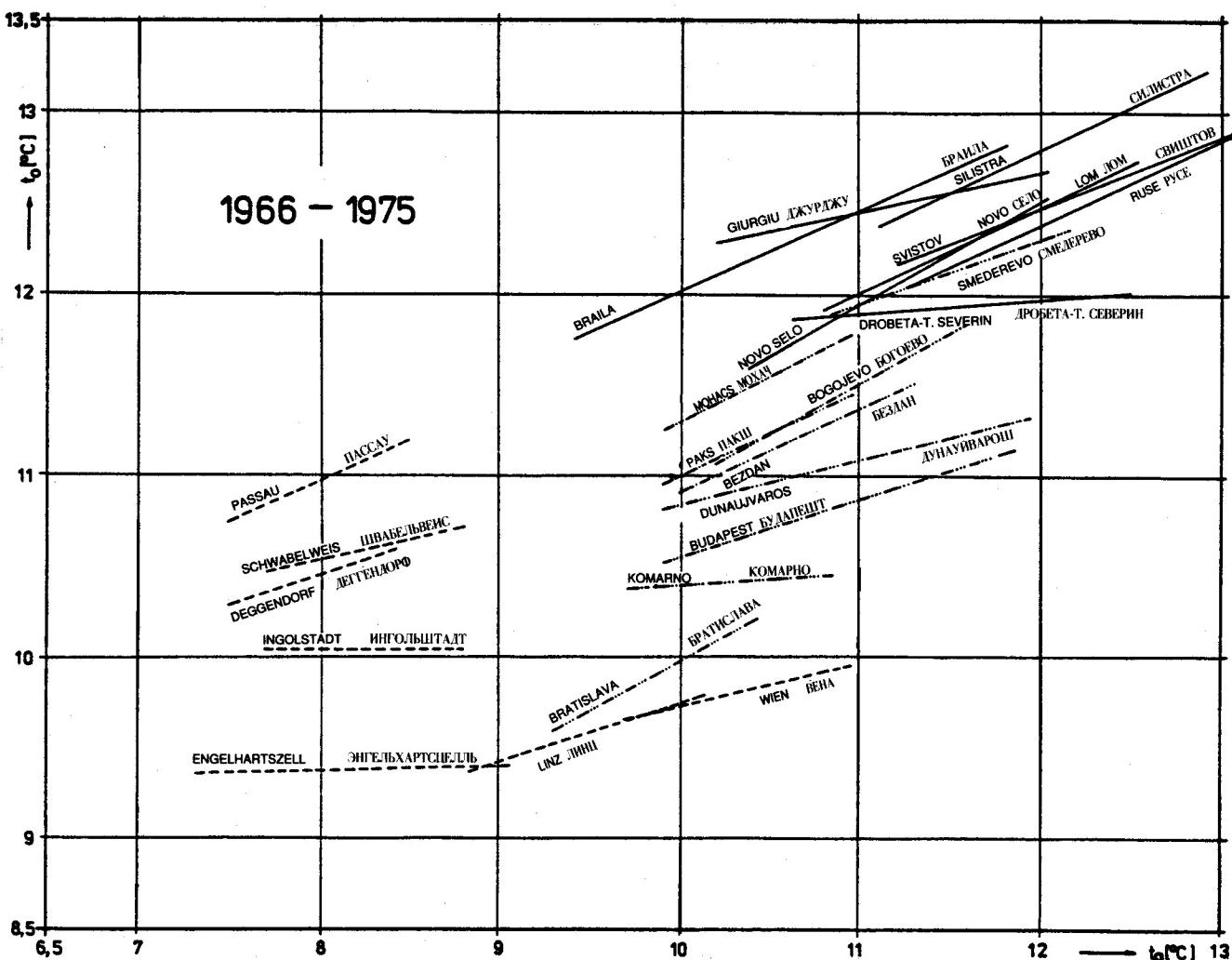


Abb. 7c Korrelation zwischen der mittleren jährlichen Wasser- (t_o) und Lufttemperatur (t_a) an den Pegelstationen an der Donau für den Zeitraum 1966–1975

Рис. 7в Корреляционная зависимость между среднегодовой температурой воды (t_o) и воздуха (t_a) на водомерных постах реки Дунай за период 1966 – 1975 гг.

Fig. 7c Correlations between the mean annual water (t_o) and air (t_a) temperature in gauging stations on the Danube over the period 1966–1975

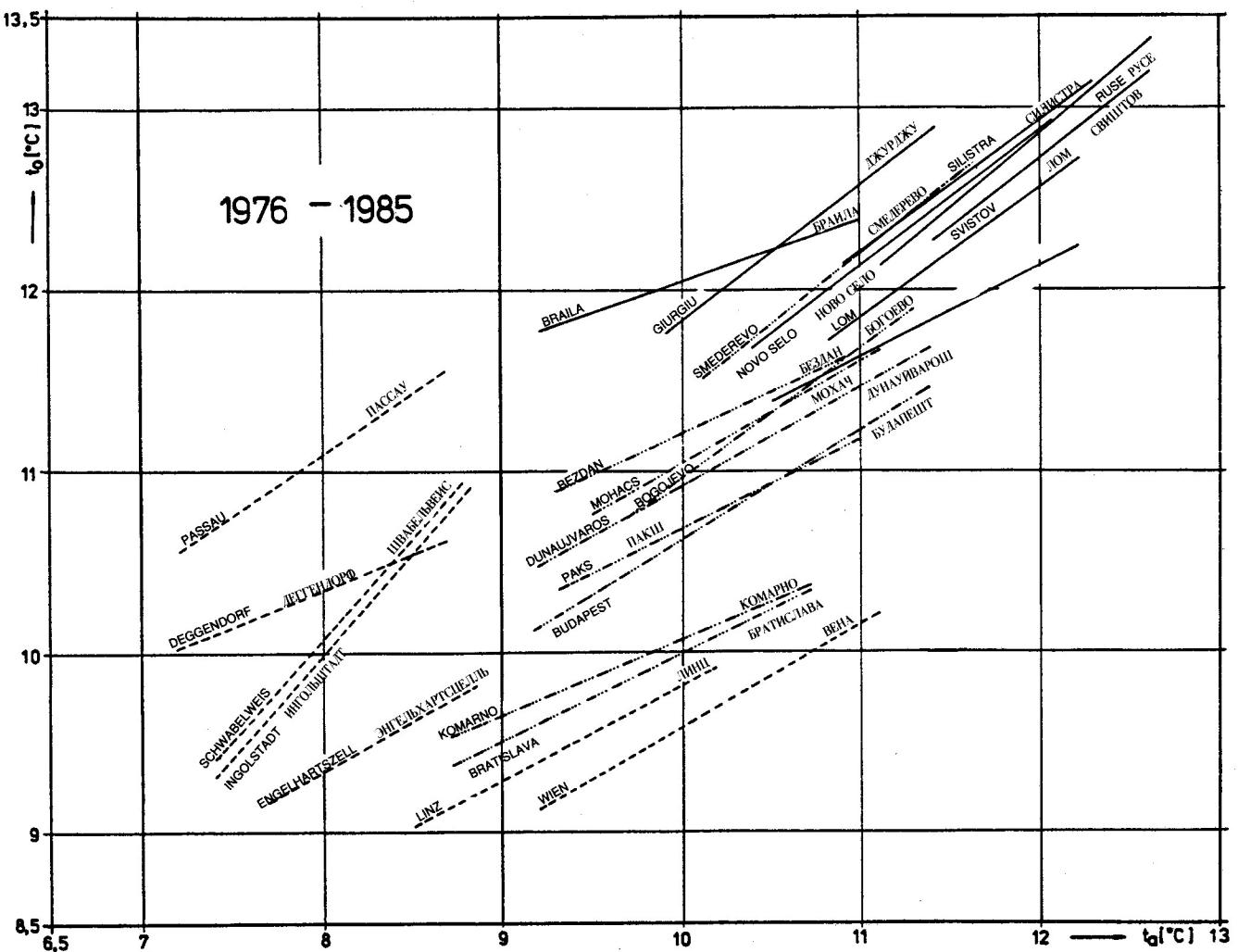


Abb. 7d Korrelation zwischen der mittleren jährlichen Wasser- (t_o) und Lufttemperatur (t_a) an den Pegelstationen der Donau für den Zeitraum 1976–1985

Рис. 7г Корреляционная зависимость между среднегодовой температурой воды (t_o) и воздуха (t_a) на водомерных постах реки Дунай за период 1976 – 1985 гг.

Fig. 7d Correlations between the mean annual water (t_o) and air (t_a) temperature in gauging stations on the Danube over the period 1976–1985

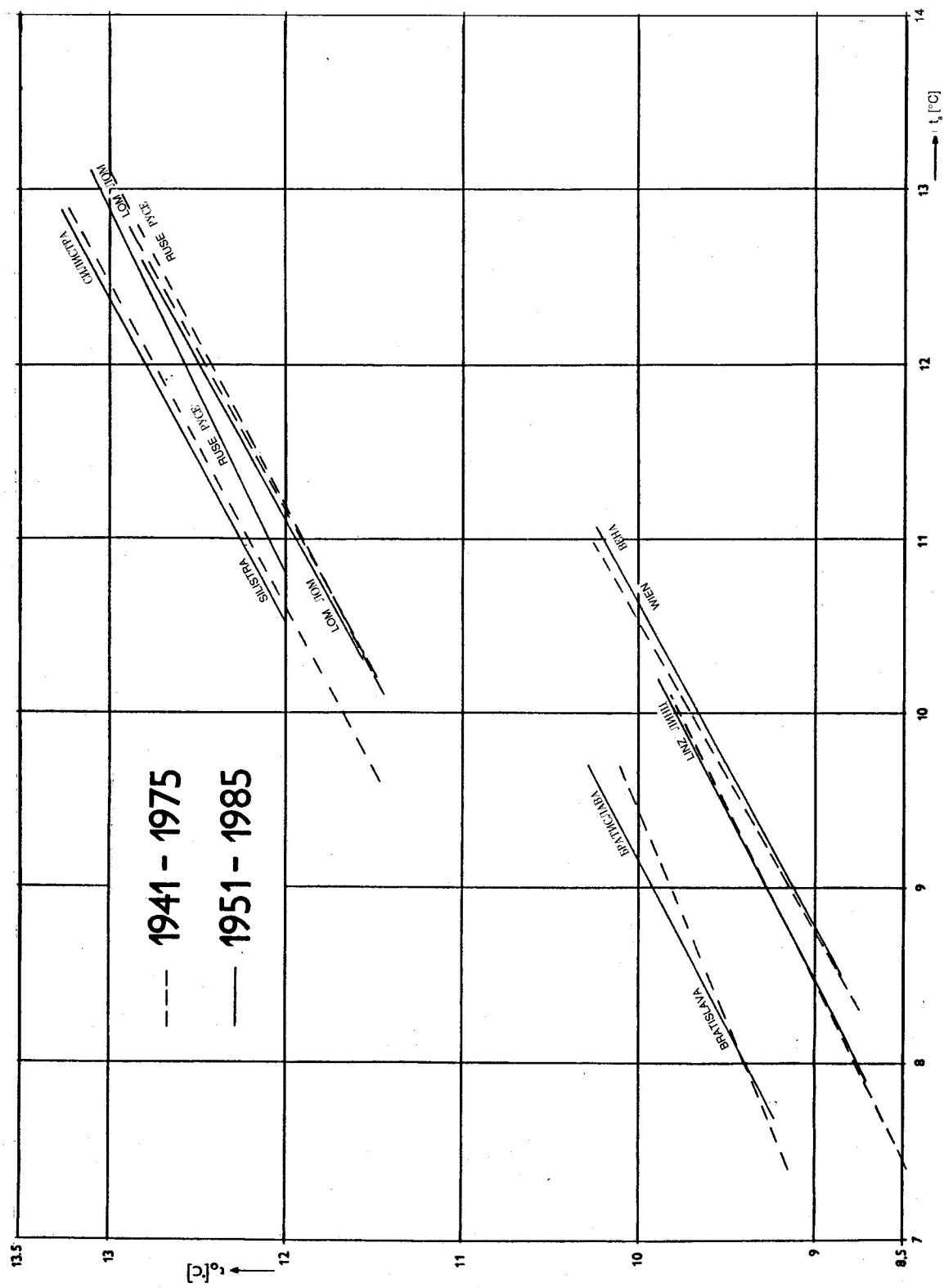


Abb. 8a Korrelation zwischen den mittleren jährlichen Wasser- (t_o) und Lufttemperatur (t_a) an den ausgewählten Stationen der Donau für die Zeiträume 1941-1975 und 1951-1985
Рис. 8а Корреляционная зависимость между среднегодовой температурой воды (t_o) и воздуха (t_a) на избранных водомерных постах реки Дунай за период 1941 - 1975
и 1951 - 1985 гг.

Fig. 8a Correlations between the mean annual water (t_o) and air (t_a) temperature in the selected stations on the Danube over the period 1941-1975 and 1951-1985

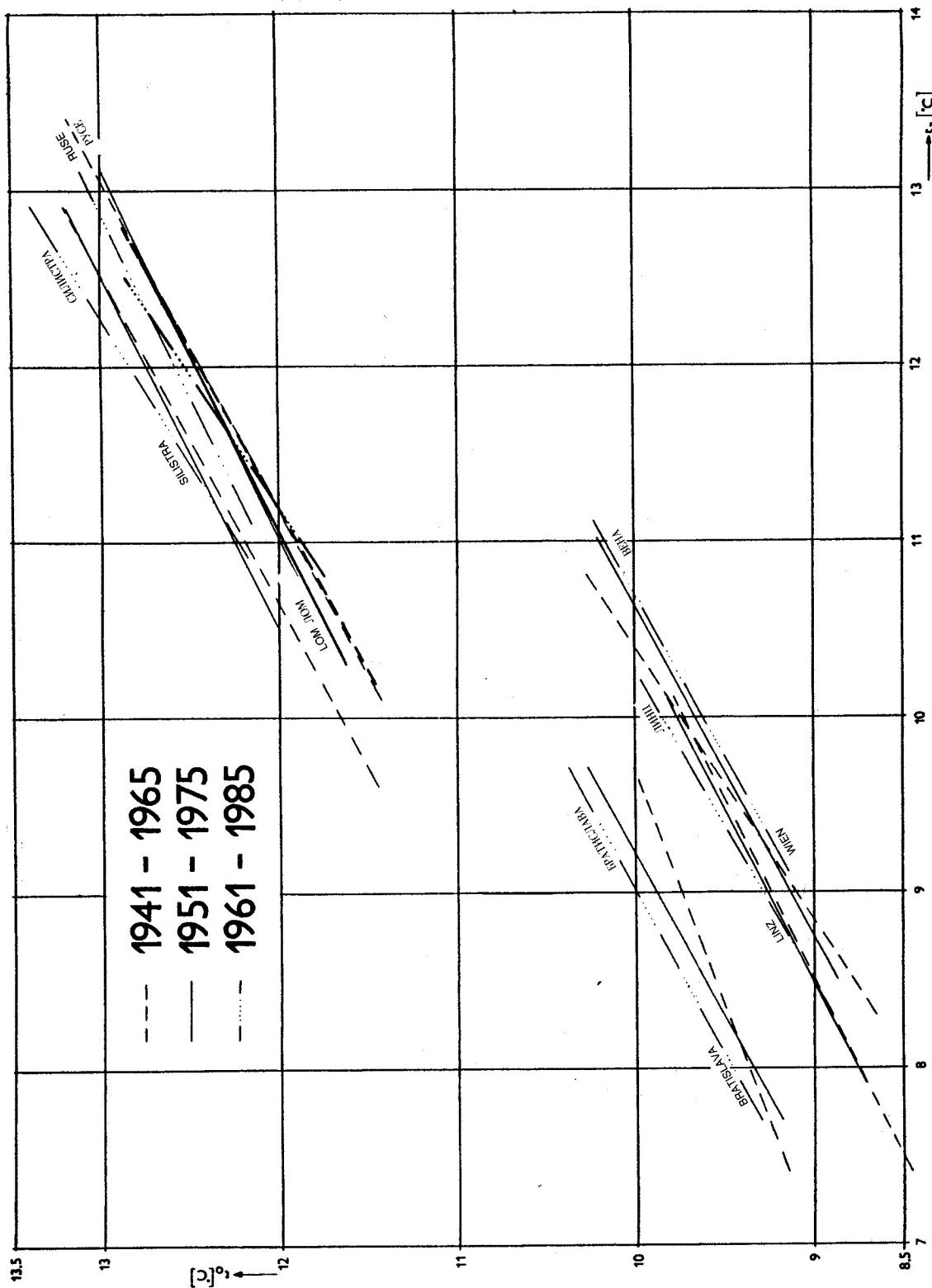


Abb. 8b Korrelation zwischen der mittleren jährlichen Wasser- (t_o) und Lufttemperatur (t_a) an den ausgewählten Stationen der Donau für die Zeiträume 1941–1965, 1951–1975 und 1961–1985

Рис. 8б Корреляционная зависимость между среднегодовой температурой воды (t_o) и воздуха (t_a) на избранных водомерных постах реки Дунай за период 1941 – 1965, 1951 – 1975 и 1961 – 1985 гг.

Fig. 8b Correlations between the mean annual water (t_o) and air (t_a) temperature in selected stations on the Danube over the period 1941–1965, 1951–1975 and 1961–1985

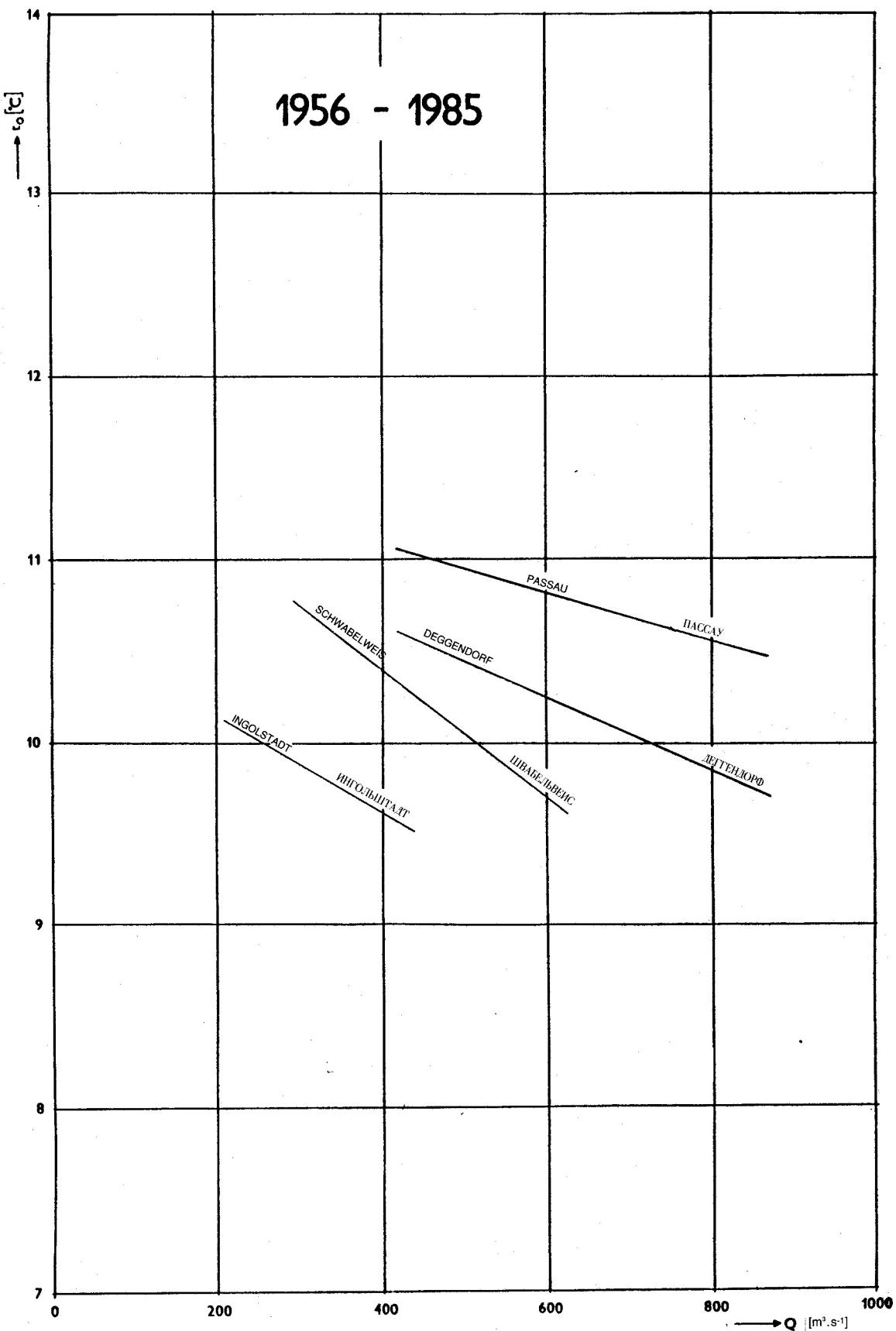


Abb. 9a Korrelation zwischen der Wassertemperatur (t_0) und dem Durchfluß (Q) an den Stationen Ingolstadt, Schwabelweis, Deggendorf und Passau für den Zeitraum 1956–1985

Рис. 9а Корреляционная зависимость между среднегодовой температурой воды (t_0) и расходом (Q) на водомерных постах Ингольштадт, Швабельвеис, Деггендорф и Пассау за период 1956 – 1985 гг.

Fig. 9a Correlations between the mean water temperature (t_0) and discharge (Q) in the stations Ingolstadt, Schwabelweis, Deggendorf and Passau over the period 1956–1985

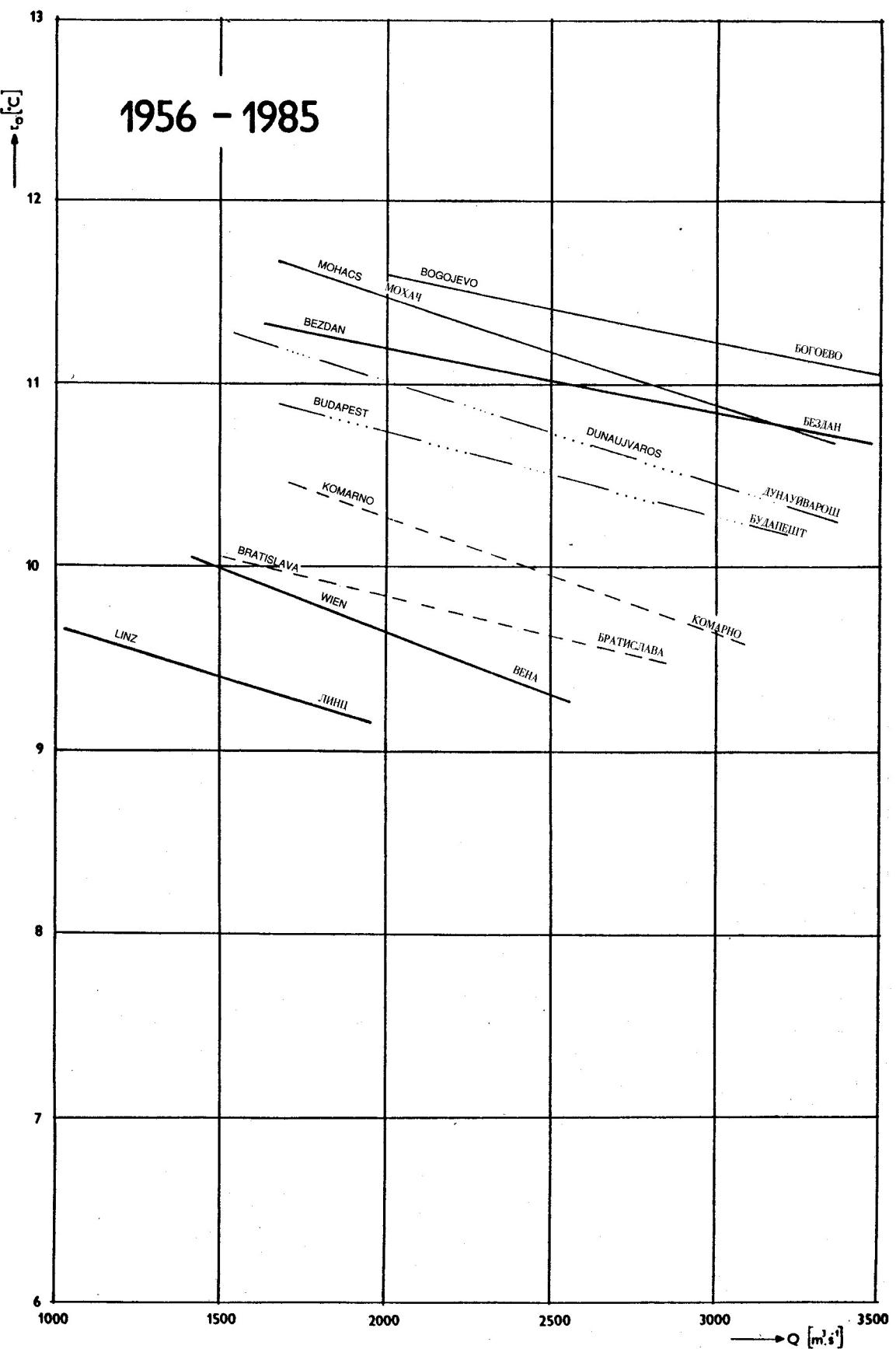


Abb. 9b Korrelation zwischen der Wassertemperatur (t_o) und dem Durchfluß (Q) an den Stationen von Linz bis Bogojevo für den Zeitraum 1956–1985

Рис. 9б Корреляционная зависимость между среднегодовой температурой воды (t_o) и расходом (Q) на водомерных постах реки Дунай от Линца до Богоево за период 1956 – 1985 гг.

Fig. 9b Correlations between the mean water temperature (t_o) and discharge (Q) in the stations from Linz down to Bogojevo over the period 1956–1985

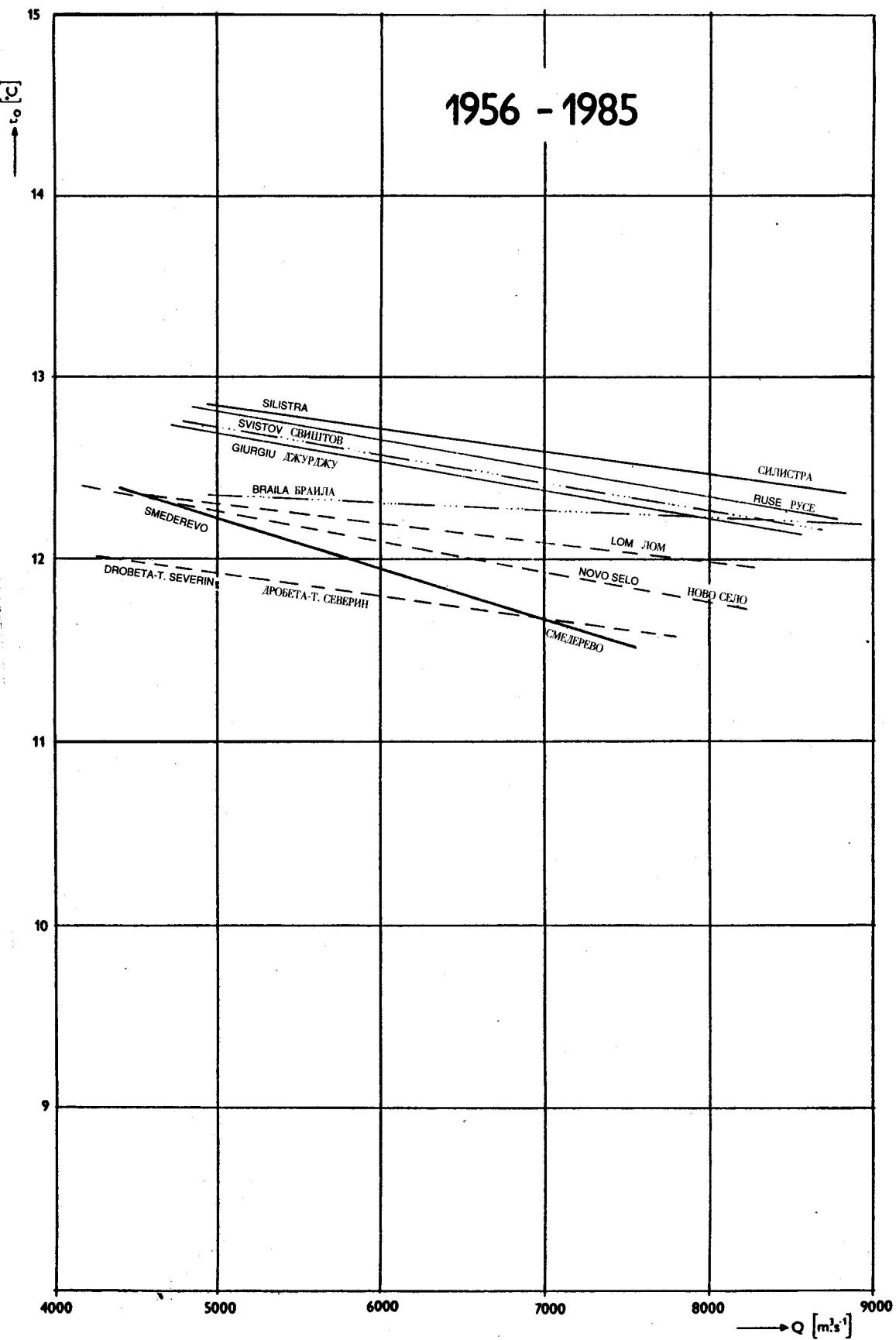


Abb. 9c Korrelation zwischen der Wassertemperatur (t_0) und dem Durchfluß (Q) an den Stationen von Smederevo bis Braila für den Zeitraum 1956–1985

Рис. 9в Корреляционная зависимость между среднегодовой температурой воды (t_0) и расходом (Q) на водомерных постах реки Дунай от Смедерево до Браилы за период 1956 – 1985 гг.

Fig. 9c Correlations between the mean water temperature (t_0) and discharge (Q) in the stations from Smederevo down to Braila over the period 1956–1985

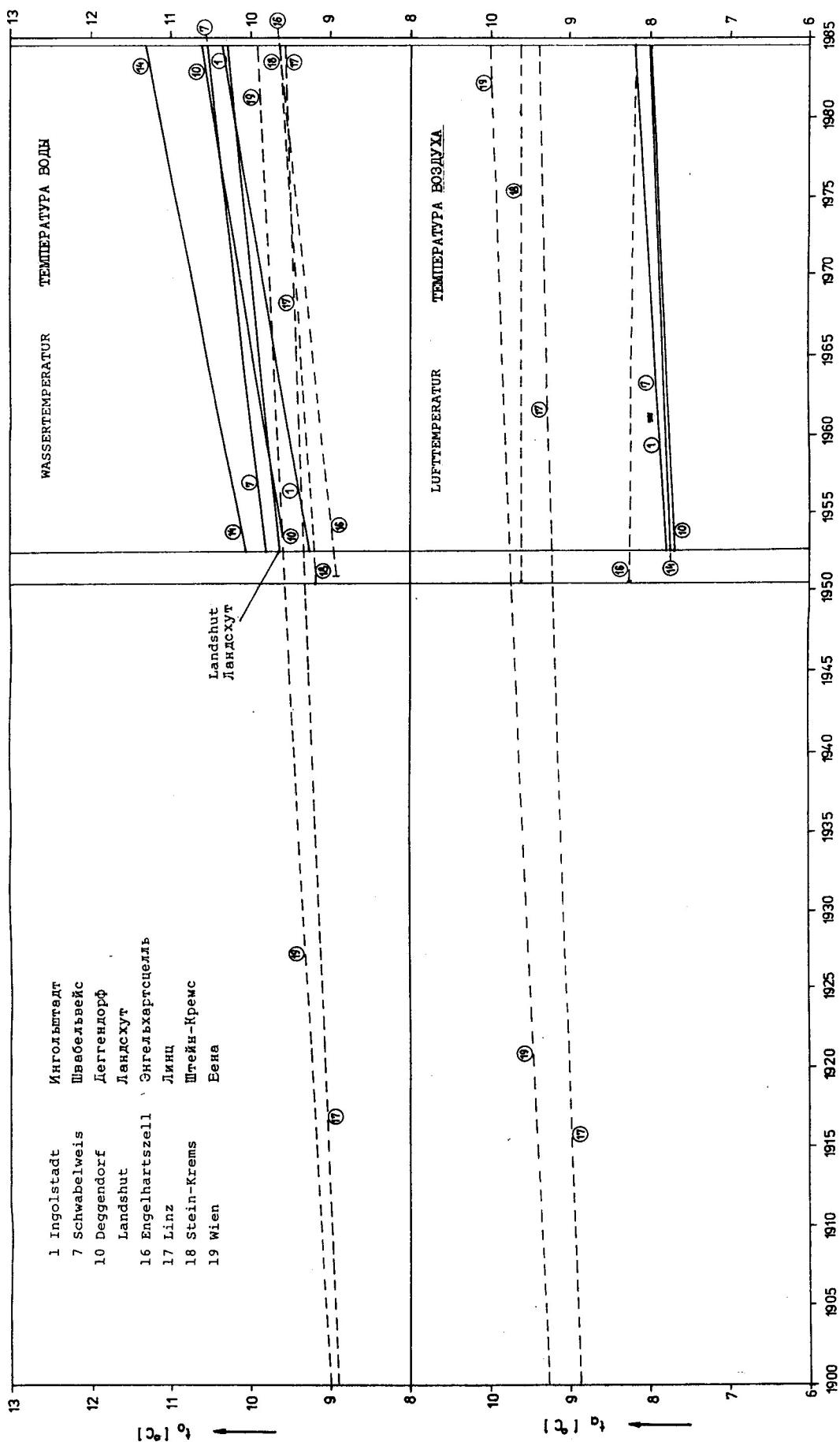


Abb. 10a Zeitlicher Trend der Wasser- und Lufttemperatur im Bereich der oberen Donau und ihrer Zubringer
 Рис. 10а Временная тенденция температуры воды и воздуха на участке верхнего Дуная и его притоков
 Fig. 10a Trend in the time development of the water and air temperature on the upper Danube and tributaries

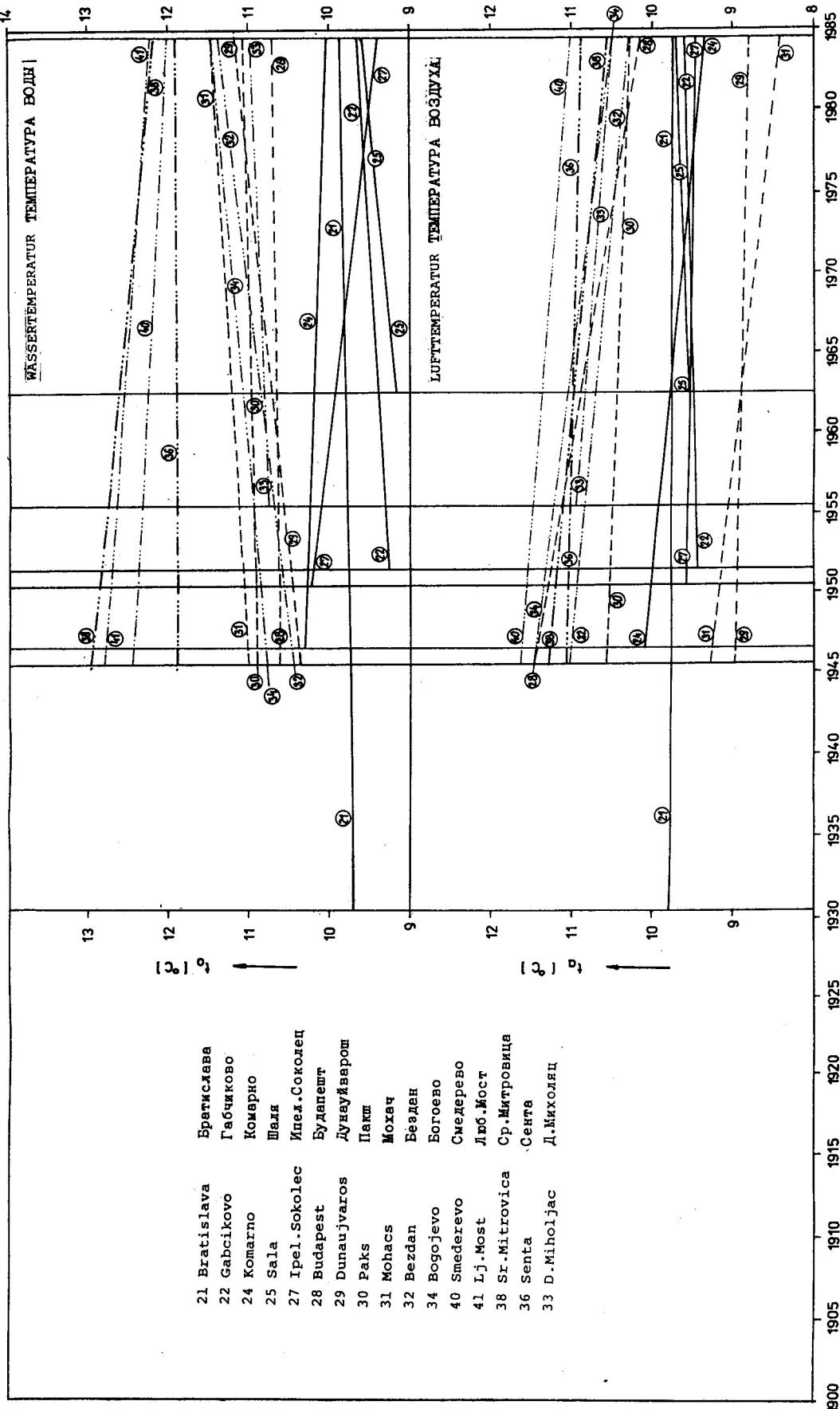


Abb. 10b Zeitlicher Trend der Wasser- und Lufttemperatur im Bereich der mittleren Donau und ihrer Zubringer

Рис. 10б Временная тенденция температуры воды и воздуха на участке среднего Дуная и его притоков

Fig. 10b Trend of the time development of the water and air temperature on the middle Danube and tributaries

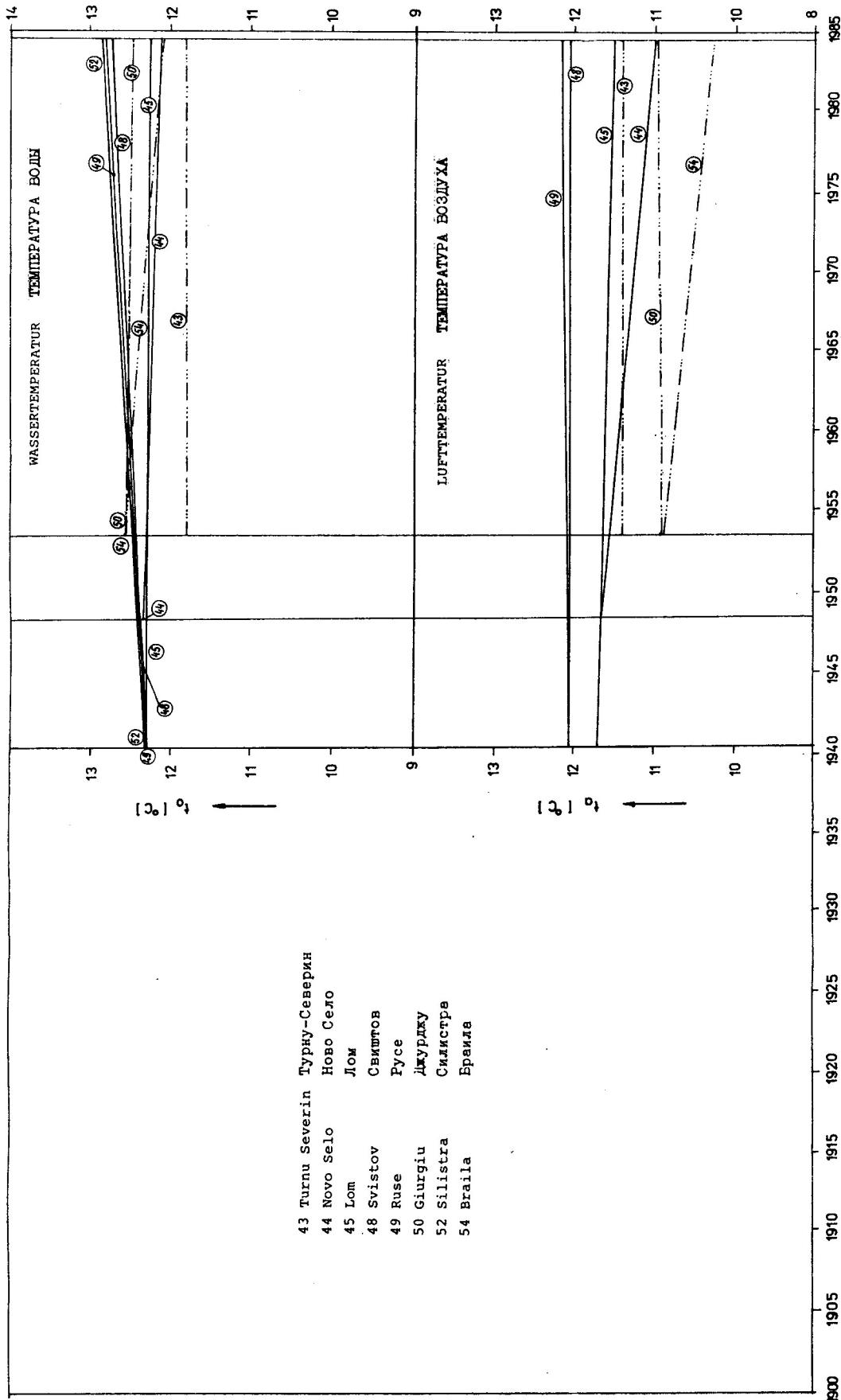


Abb. 10c Zeitlicher Trend der Wasser- und Lufttemperatur im Bereich der unteren Donau und ihrer Zubringer
Пис. 10в Временная тенденция температуры воды и воздуха на участке нижнего Дуная и его притоков
Fig. 10c Trend of the time development of the water and air temperature on the lower Danube and tributaries

Установные обозначения

1	Ингольштадт-Дунай	30	Паки-Дунай
4	Обердорф-Дунай	31	Мохач-Дунай
7	Швабельсбай-Дунай	32	Белан-Дунай
8	Штрабинг-Дунай	33	Л. Михоян-Драва
9	Фреллинг-Дунай	34	Богово-Дунай
10	Дегендорф-Дунай	36	Сентя-Тиса
11	Хофкирхен-Дунай	38	Ср. Митровица-Сава
12	Фильдерштадт-Дунай	40	Смедерево-Дунай
14	Пассау-Дунай	41	Люб. Морава
15	Ахайгес-Дунай	42	В. Грацките-Дунай
16	Энгельхарцсталль-Дунай	43	Турун-Свирин-Дунай
17	Линц-Дунай	44	Ного Село-Дунай
18	Штайн-Кремс - Дунай	45	Лоя-Дунай
19	Вена-Дунай	46	Зевалу-Жиу
20	Моравски Ян-Морава	47	Ичинчен-Олт
21	Братислава-Дунай	48	Свистов-Дунай
22	Габчиково-Дунай	49	Русе-Дунай
24	Комарно-Дунай	50	Джурадзу-Дунай
25	Шапа-Ваг	51	Будапешт-Аржеш
26	Брега-Врон	52	Сливница-Дунай
27	Илеш. Соколец-Илеш	53	Слобозия-Дломница
28	Букашти-Дунай	54	Брана-Дунай
29	Дунауйварош-Дунай	55	Лугоц-Орлег

ZEICHENERKLÄRUNG

A	STST	Ingolstadt
B	WKK	Großmehring
C	WKK	Irsching
D	STST	Bad Abbach
E	STST	Regensburg
F	STST	Giesing
G	STST	Straubing
H	WKK	Plaining
I	DKW	Kachlet
J	DKW	Jochenstein
K	DKW	Aschach
L	DKW	Ottensheim
M	DKW	Abwinden Asten
N	DKW	Walsee
O	DKW	Ybbs-Persenbeug
P	DKW	Melk
R	DKW	Zavela-Jiu
S	DKW	Altanwörth
T	DKW	Greifenstein
U	DKW	Dorf
V	DKW	Dierdorf I.
		Dierdorf II.
		STST - Staustufe
		WKK - Wärmekraftwerk
		WKK - Wasserkraftwerk
		DKW - Wasserkraftwerk

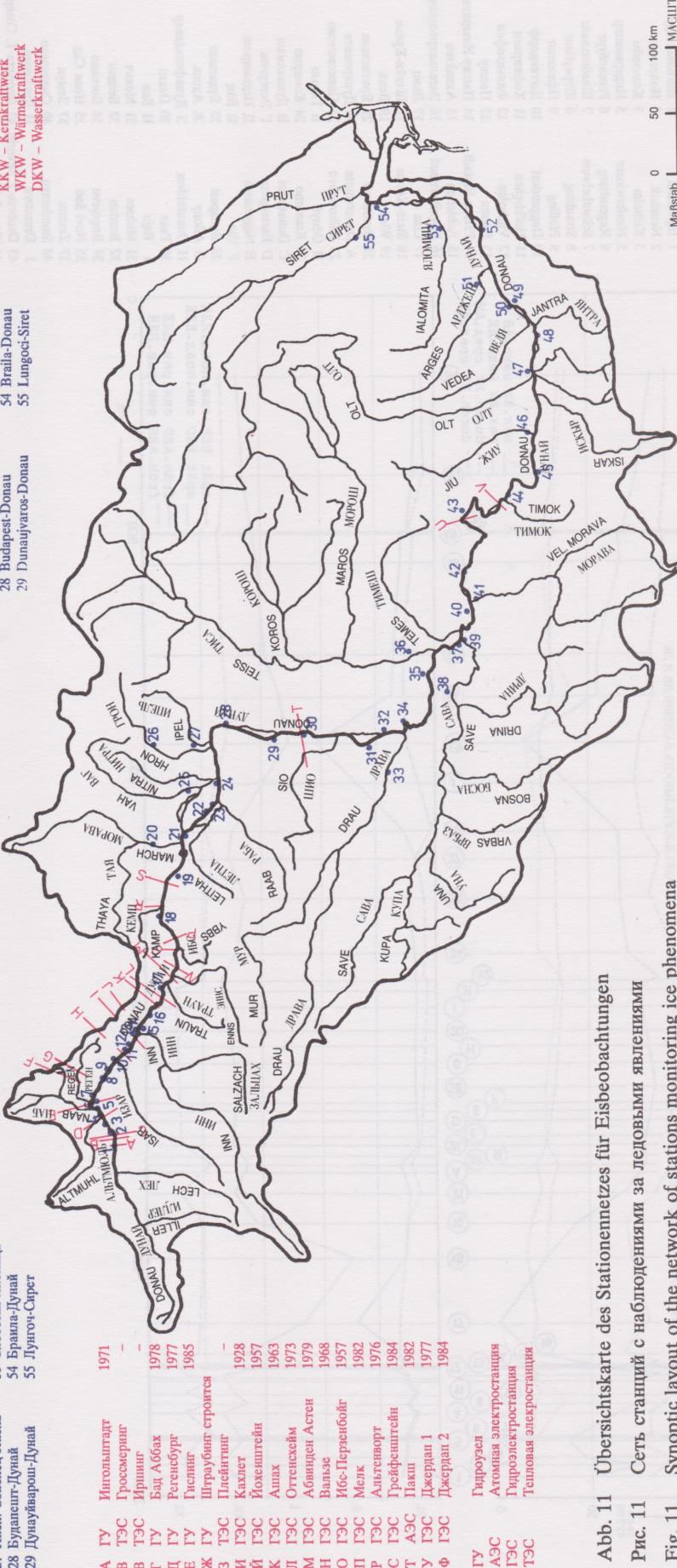


Abb. 11 Übersichtskarte des Stationennetzes für Eisbeobachtungen

Рис. 11 Сеть станций с наблюдениями за ледовыми явлениями

Fig. 11

Synoptic layout of the network of stations monitoring ice phenomena

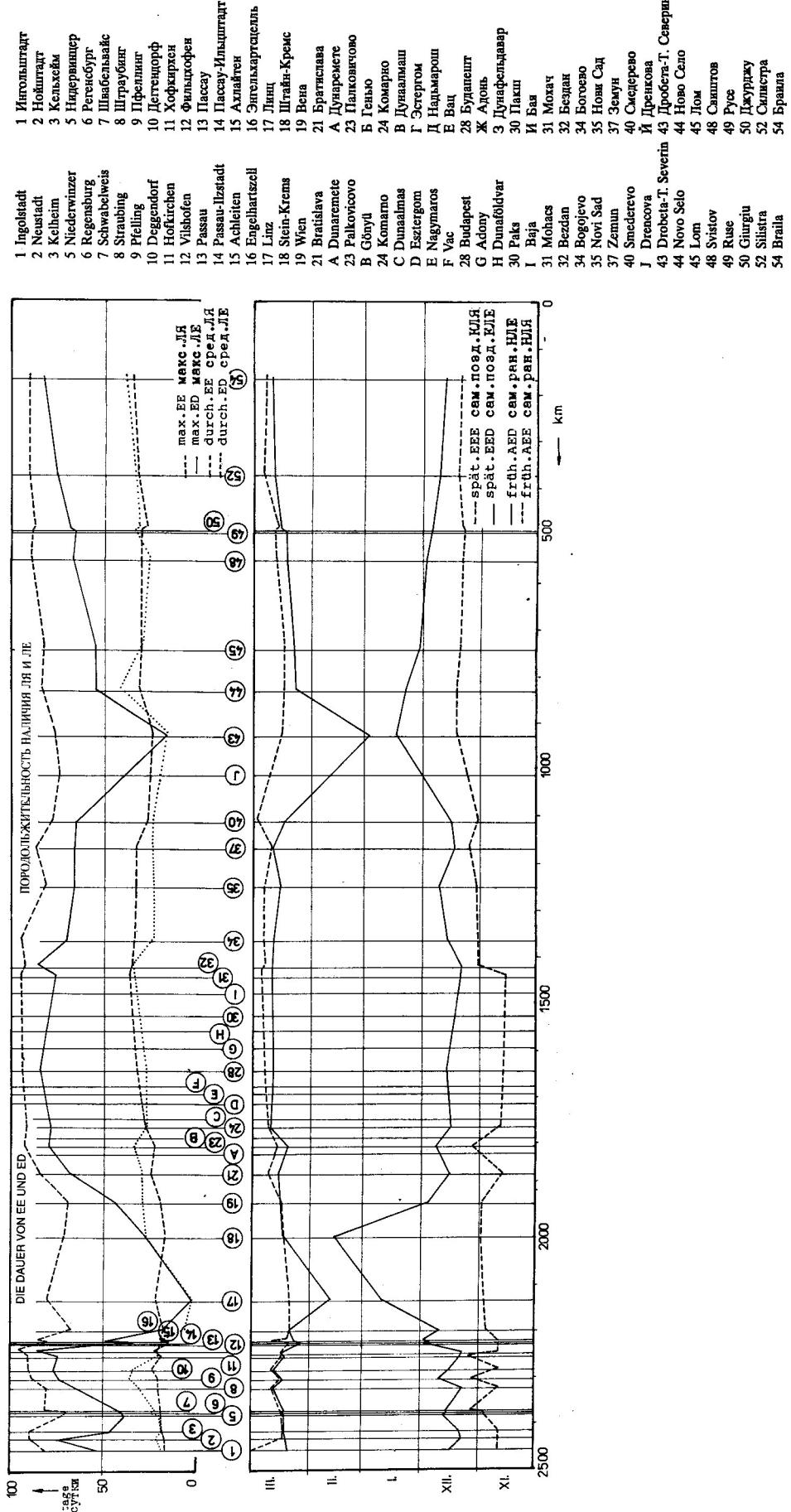


Abb. 12a Das Eisregime der Donau. Charakteristiken von EE und ED für den gesamten Beobachtungszeitraum

Рис. 12а Ледовый режим Дуная. Характеристики ля и ле за весь период наблюдений

Fig. 12a Ice regime of the Danube. Characteristics of the IPH and FU over the whole period of observation

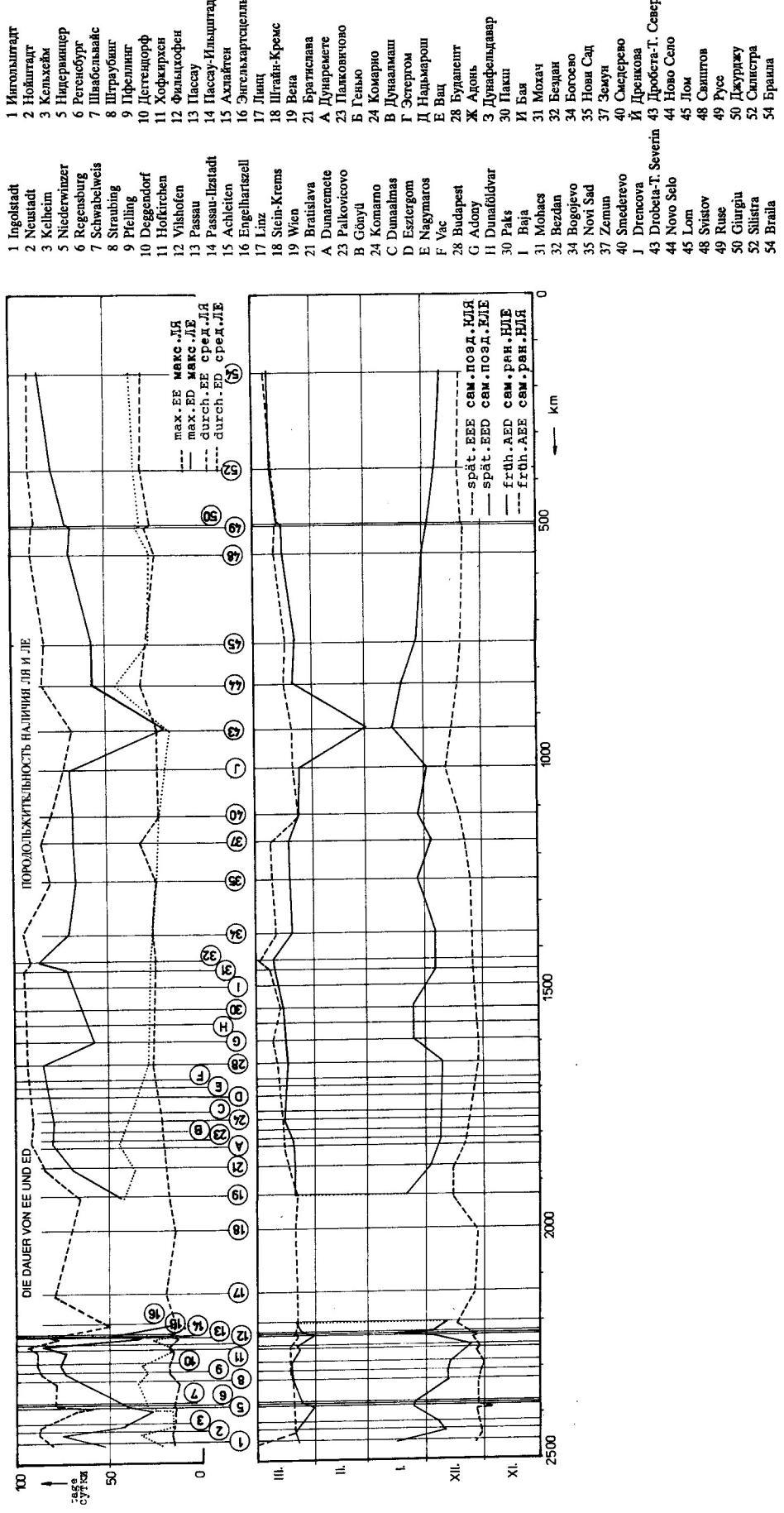


Abb. 12b Das Eisregime der Donau. Charakteristiken von EE und ED für den Zeitraum 1945–1985

Пр. 126 Ледовый режим Дуная. Характеристики льда и льда за период 1945 – 1985 гг.

Fig. 12b Ice regime of the Danube. Characteristics of the IPH and FU over the period 1945–1985

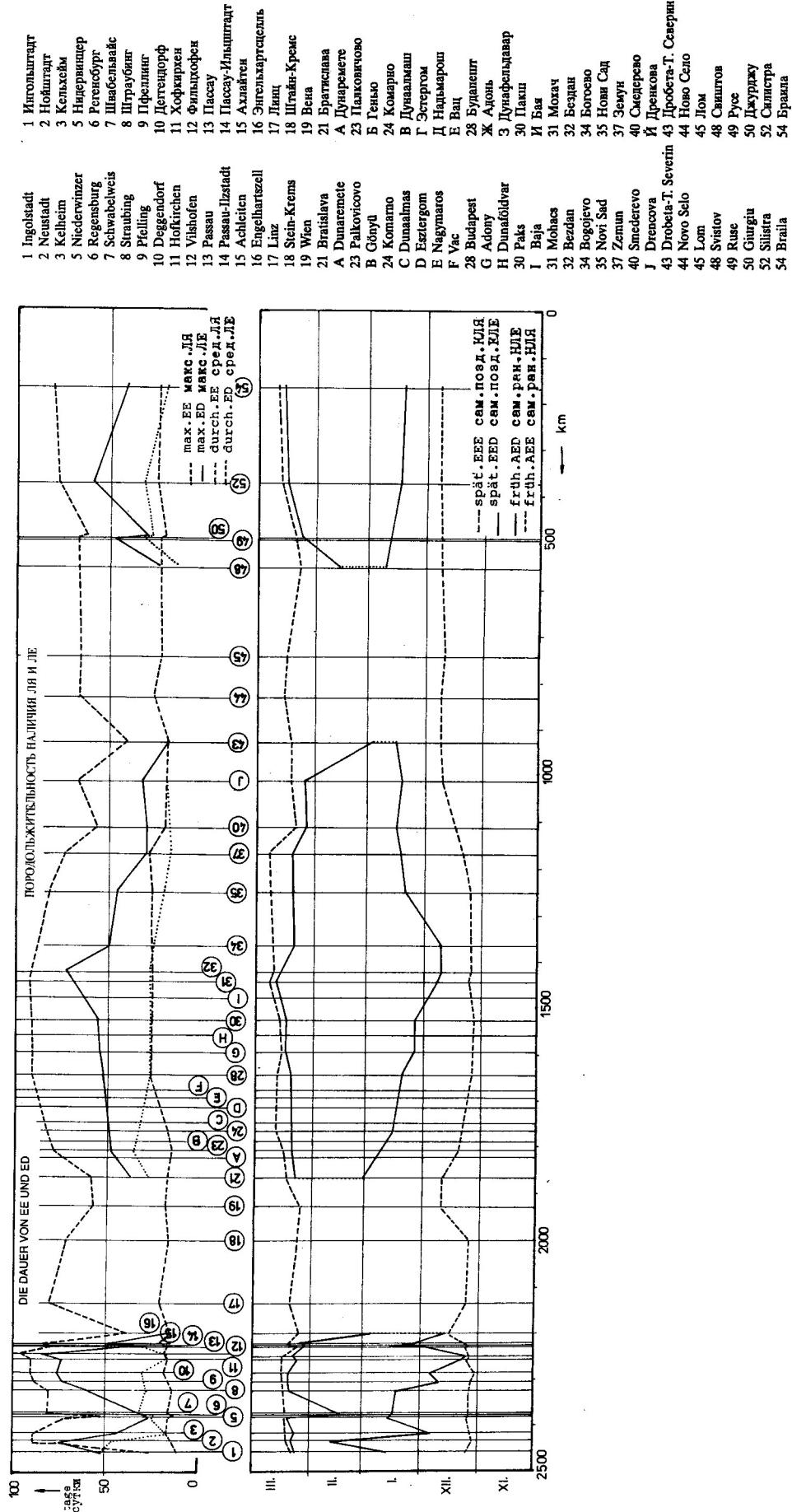


Abb. 12c Das Eisregime der Donau. Charakteristiken von EE und ED für den Zeitraum 1955-1985

Рис. 12в Ледовый режим Дуная. Характеристики ЛЯ и ЛЕ за период 1955 – 1985 гг.

Fig. 12c Ice regime of the Danube. Characteristics of the IPH and FU over the period 1955–1985

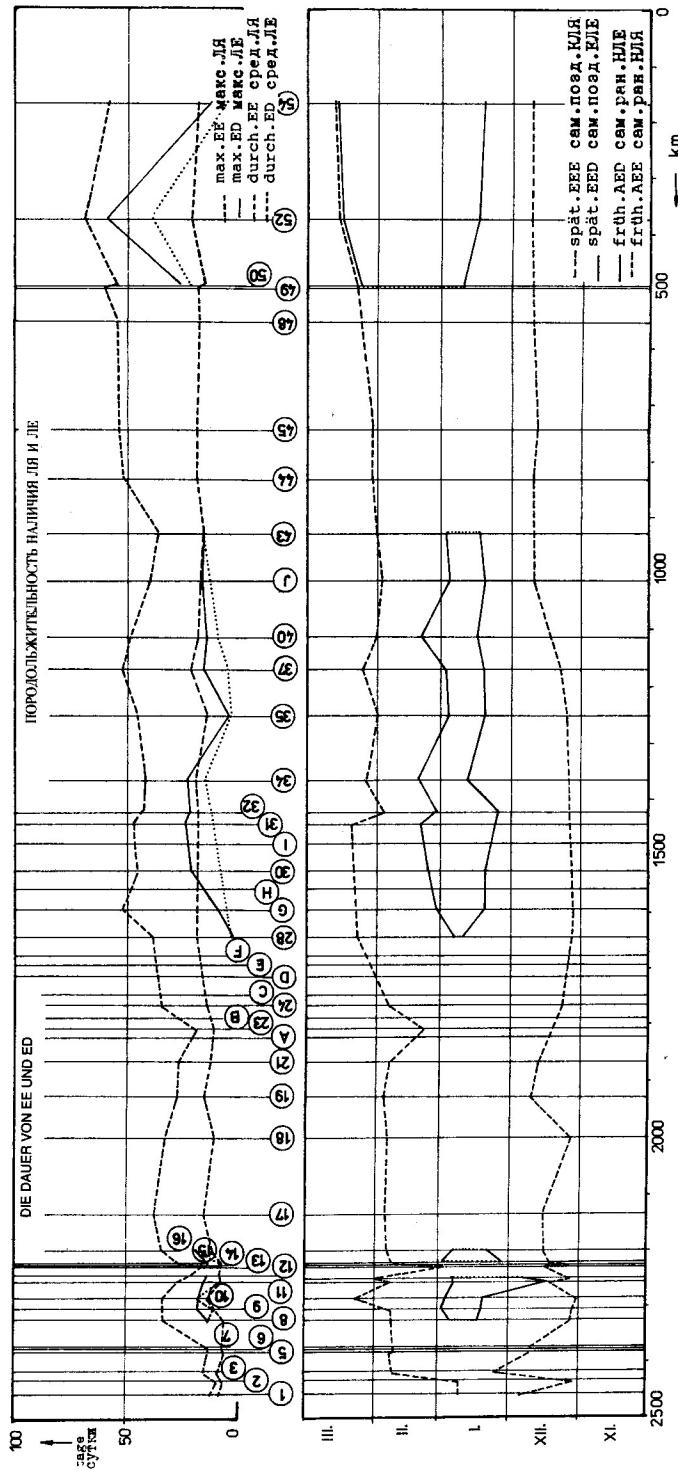


Abb. 12d Das Eisregime der Donau. Charakteristiken von EE und ED für den Zeitraum 1965–1985

Рис. 12г Ледовый режим Дуная. Характеристики ля и ле за период 1965 – 1985 гг.

Fig. 12d Ice regime of the Danube. Characteristics of the IPH and FU over the period 1965–1985

ПОРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ НАЛИНЯ ЛЯ И ЛЕ	
1 Ingolstadt	2 Neustadt
3 Kelheim	4 Niedervinzer
5 Niederwinzer	6 Regensburg
7 Schwabewald	8 Straubing
9 Pfeiling	10 Deggendorf
11 Hofkirchen	12 Freykirchen
13 Passau	14 Passau-Utzstadt
15 Achleiten	16 Engelhartzell
17 Linz	18 Stein-Krems
19 Wien	20 Bratislava
21 Dunaremete	22 Palkovicevo
23 Palkovickovo	24 Komarno
25 Gbely	26 Dunajská Streda
26 Nagymaros	27 Esztergom
27 Vac	28 Nagymaros
28 Budapest	29 Bratislava
29 Adony	30 Vac
30 Dunaföldvár	31 Mohacs
31 Baja	32 Bezdán
32 Belán	33 Novi Sad
33 Bogovo	34 Zemun
34 Novi Sad	35 Lom
35 Novi Sad	36 Smederevo
36 Smederevo	37 Zemun
37 Zemun	38 Smederevo
38 Smederevo	39 Drniš
39 Drniš	40 Smederevo
40 Smederevo	41 Drenova
41 Drenova	42 Drobeta-T. Severin
42 Drobeta-T. Severin	43 Drobeta-T. Severin
43 Drobeta-T. Severin	44 Novo Selo
44 Novo Selo	45 Lom
45 Lom	46 Sveti Nikole
46 Sveti Nikole	47 Ruse
47 Ruse	48 Silistra
48 Silistra	49 Rousse
49 Rousse	50 Giurgiu
50 Giurgiu	51 Constanța
51 Constanța	52 Braila
52 Braila	53 Brăila
53 Brăila	54 Brăila

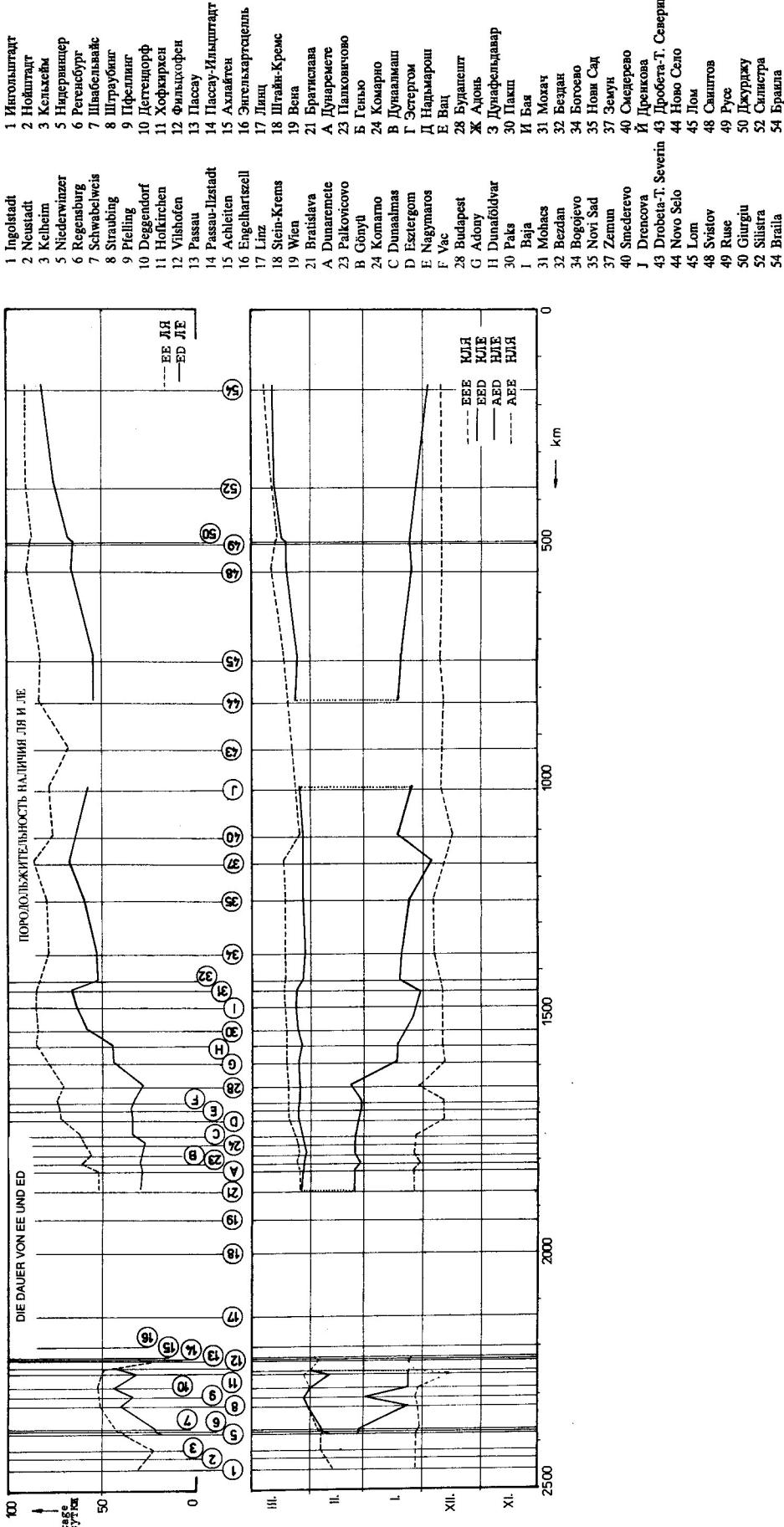


Abb. 13a Das Eisregime der Donau. Charakteristiken von EE und ED für den Winterzeitraum 1953–1954

Рис. 13а Ледовый режим Дуная. Характеристики ЛЯ и ЛЕ за зимний период 1953 – 1954 гг.

Fig. 13a Ice regime of the Danube. Characteristics of the IPH and FU over the winter period 1953–1954

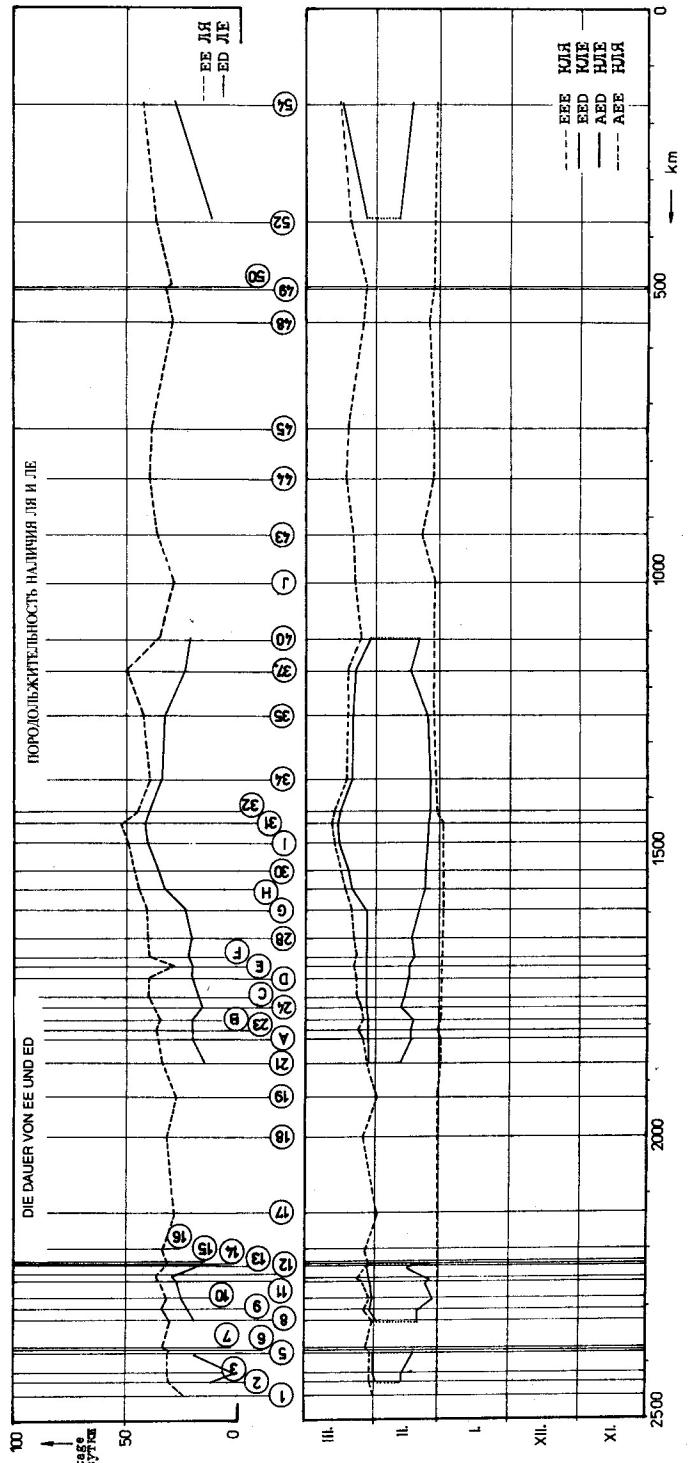


Abb. 13b Das Eisregime der Donau. Charakteristiken von EE und ED für den Winterzeitraum 1955–1956

Рис. 13б Ледовый режим Дуная. Характеристики ЛЯ и ЛЕ за зимний период 1955 – 1956 гг.

Fig. 13b Ice regime of the Danube. Characteristics of the IPH and FU over the winter period 1955–1956

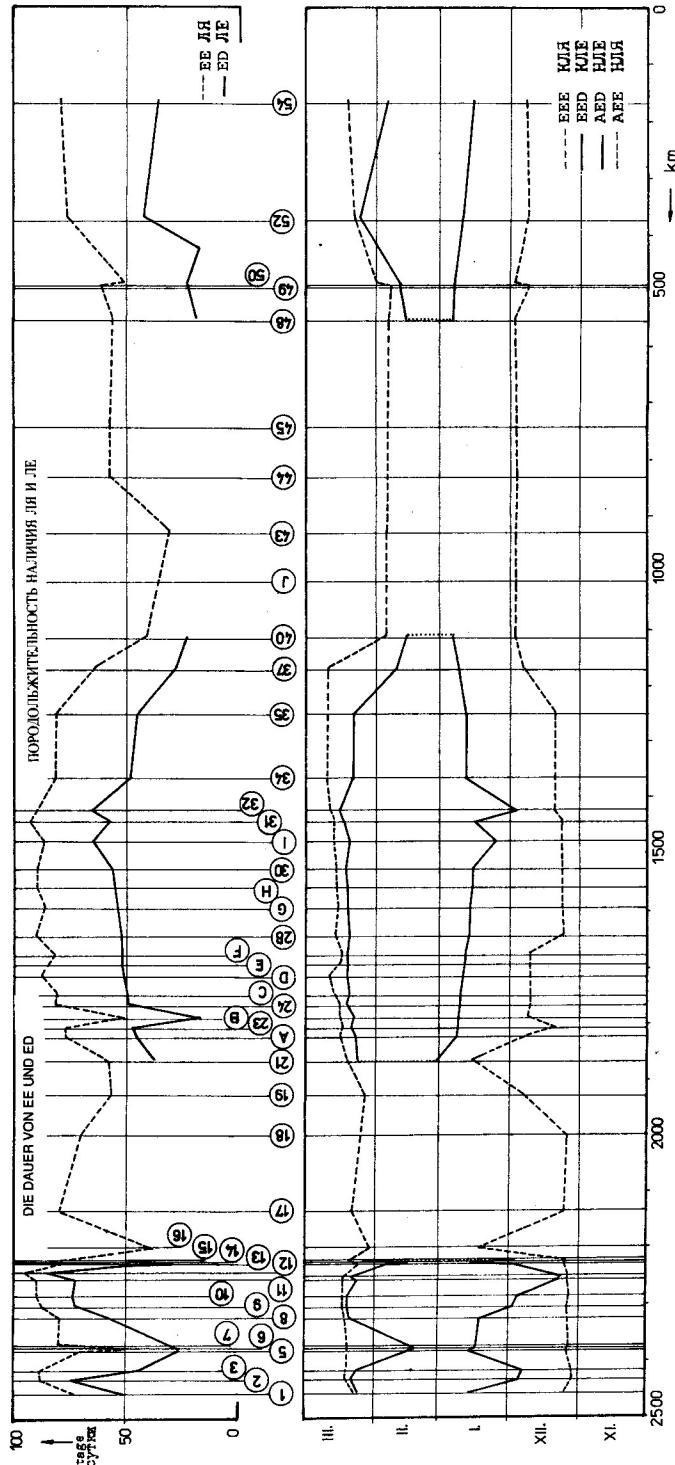


Abb. 13c Das Eisregime der Donau. Charakteristiken von EE und ED für den Winterzeitraum 1962–1963

Рис. 13в Ледовый режим Дуная. Характеристики ЛЯ и ЛЕ за зимний период 1962 – 1963 гг.

Fig. 13c Ice regime of the Danube. Characteristics of the IPH and FU over the winter period 1962–1963

1 Ingolstadt	2 Neustadt	3 Kelheim	4 Kallmünz	5 Niederwinzer	6 Regensburg	7 Schwabewies	8 Straubing	9 Pieling	10 Deggendorf	11 Hohenkirchen	12 Vilshofen	13 Passau	14 Passau-Illstadt	15 Achleiten	16 Engelhartstetten	17 Linz	18 Sictin-Krems	19 Wien	20 Bratislava	21 Dunajecete	22 Palkovicevo	23 Gulyj	24 Komarno	25 Dunadimas	26 Esztergom	27 Nagymaros	28 Vac	29 Budapest	30 Adony	31 Dunaföldvár	32 Paksi	33 Baja	34 Mohacs	35 Bezdán	36 Bogejevo	37 Novi Sad	38 Zemun	39 Smederevo	40 Drakova	41 Drobeta-T. Severin	42 Drobeta-T. Severin	43 Drobeta-T. Severin	44 Novo Selo	45 Lom	46 Svishtov	47 Ruse	48 Giurgiu	49 Slatina	50 Braila											
11 Höchst	12 Kelheim	13 Kallmünz	14 Kallmünz	15 Kallmünz	16 Kallmünz	17 Kallmünz	18 Kallmünz	19 Kallmünz	20 Kallmünz	21 Kallmünz	22 Kallmünz	23 Kallmünz	24 Kallmünz	25 Kallmünz	26 Kallmünz	27 Kallmünz	28 Kallmünz	29 Kallmünz	30 Kallmünz	31 Kallmünz	32 Kallmünz	33 Kallmünz	34 Kallmünz	35 Kallmünz	36 Kallmünz	37 Kallmünz	38 Kallmünz	39 Kallmünz	40 Kallmünz	41 Kallmünz	42 Kallmünz	43 Kallmünz	44 Kallmünz	45 Kallmünz	46 Kallmünz	47 Kallmünz	48 Kallmünz	49 Kallmünz	50 Kallmünz																					
51 Kallmünz	52 Kallmünz	53 Kallmünz	54 Kallmünz	55 Kallmünz	56 Kallmünz	57 Kallmünz	58 Kallmünz	59 Kallmünz	60 Kallmünz	61 Kallmünz	62 Kallmünz	63 Kallmünz	64 Kallmünz	65 Kallmünz	66 Kallmünz	67 Kallmünz	68 Kallmünz	69 Kallmünz	70 Kallmünz	71 Kallmünz	72 Kallmünz	73 Kallmünz	74 Kallmünz	75 Kallmünz	76 Kallmünz	77 Kallmünz	78 Kallmünz	79 Kallmünz	80 Kallmünz	81 Kallmünz	82 Kallmünz	83 Kallmünz	84 Kallmünz	85 Kallmünz	86 Kallmünz	87 Kallmünz	88 Kallmünz	89 Kallmünz	90 Kallmünz	91 Kallmünz	92 Kallmünz	93 Kallmünz	94 Kallmünz	95 Kallmünz	96 Kallmünz	97 Kallmünz	98 Kallmünz	99 Kallmünz	100 Kallmünz											
90 Kallmünz	91 Kallmünz	92 Kallmünz	93 Kallmünz	94 Kallmünz	95 Kallmünz	96 Kallmünz	97 Kallmünz	98 Kallmünz	99 Kallmünz	100 Kallmünz	101 Kallmünz	102 Kallmünz	103 Kallmünz	104 Kallmünz	105 Kallmünz	106 Kallmünz	107 Kallmünz	108 Kallmünz	109 Kallmünz	110 Kallmünz	111 Kallmünz	112 Kallmünz	113 Kallmünz	114 Kallmünz	115 Kallmünz	116 Kallmünz	117 Kallmünz	118 Kallmünz	119 Kallmünz	120 Kallmünz	121 Kallmünz	122 Kallmünz	123 Kallmünz	124 Kallmünz	125 Kallmünz	126 Kallmünz	127 Kallmünz	128 Kallmünz	129 Kallmünz	130 Kallmünz	131 Kallmünz	132 Kallmünz	133 Kallmünz	134 Kallmünz	135 Kallmünz	136 Kallmünz	137 Kallmünz	138 Kallmünz	139 Kallmünz	140 Kallmünz	141 Kallmünz	142 Kallmünz	143 Kallmünz	144 Kallmünz	145 Kallmünz	146 Kallmünz	147 Kallmünz	148 Kallmünz	149 Kallmünz	150 Kallmünz

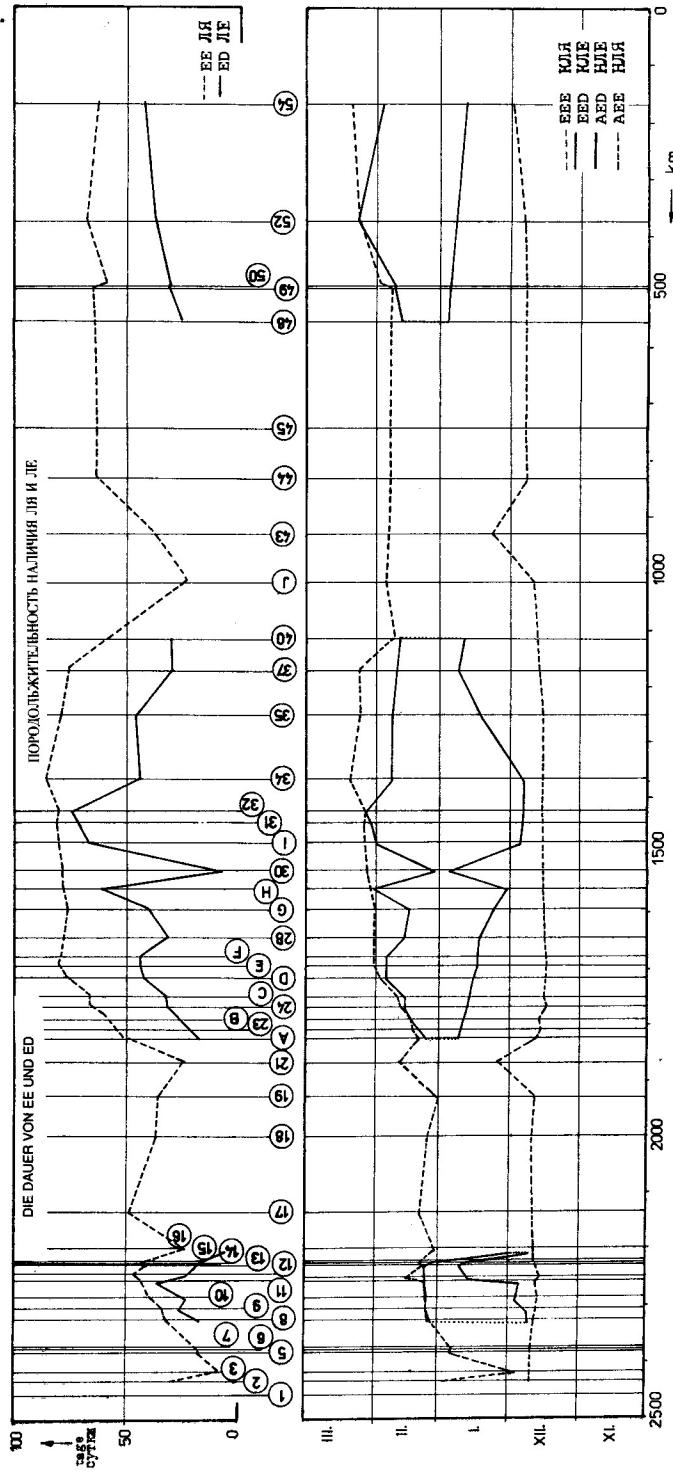


Abb. 13d Das Eisregime der Donau. Charakteristiken von EE und ED für den Winterzeitraum 1963–1964

ІСАЕВІН ПІДСУМКИ АНАЛІЗУ СПІСІКІВ ІІІ ВІДДІЛУ ЗА СУММУ НІПОДІАЛІСТІВ 1903 - 1904 РІ.

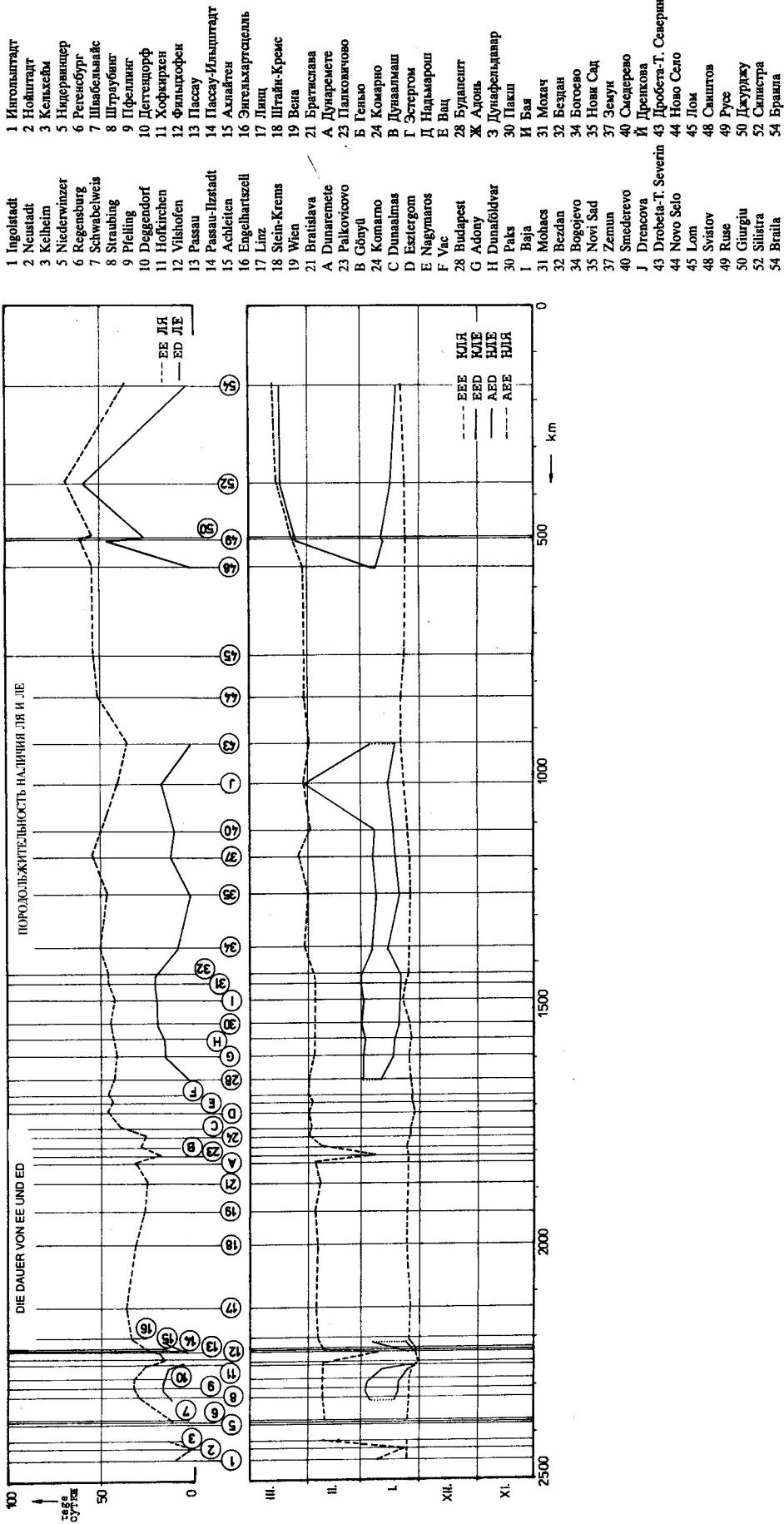


Abb. 13e Das Eisregime der Donau. Charakteristiken von EE und ED für den Winterzeitraum 1984–1985

Рис. 13д Ледовый режим Дуная. Характеристики ЛЯ и ЛЕ за зимний период 1984 – 1985 гг.

Fig. 13e Ice regime of the Danube. Characteristics of the IPH and FU over the winter period 1984–1985

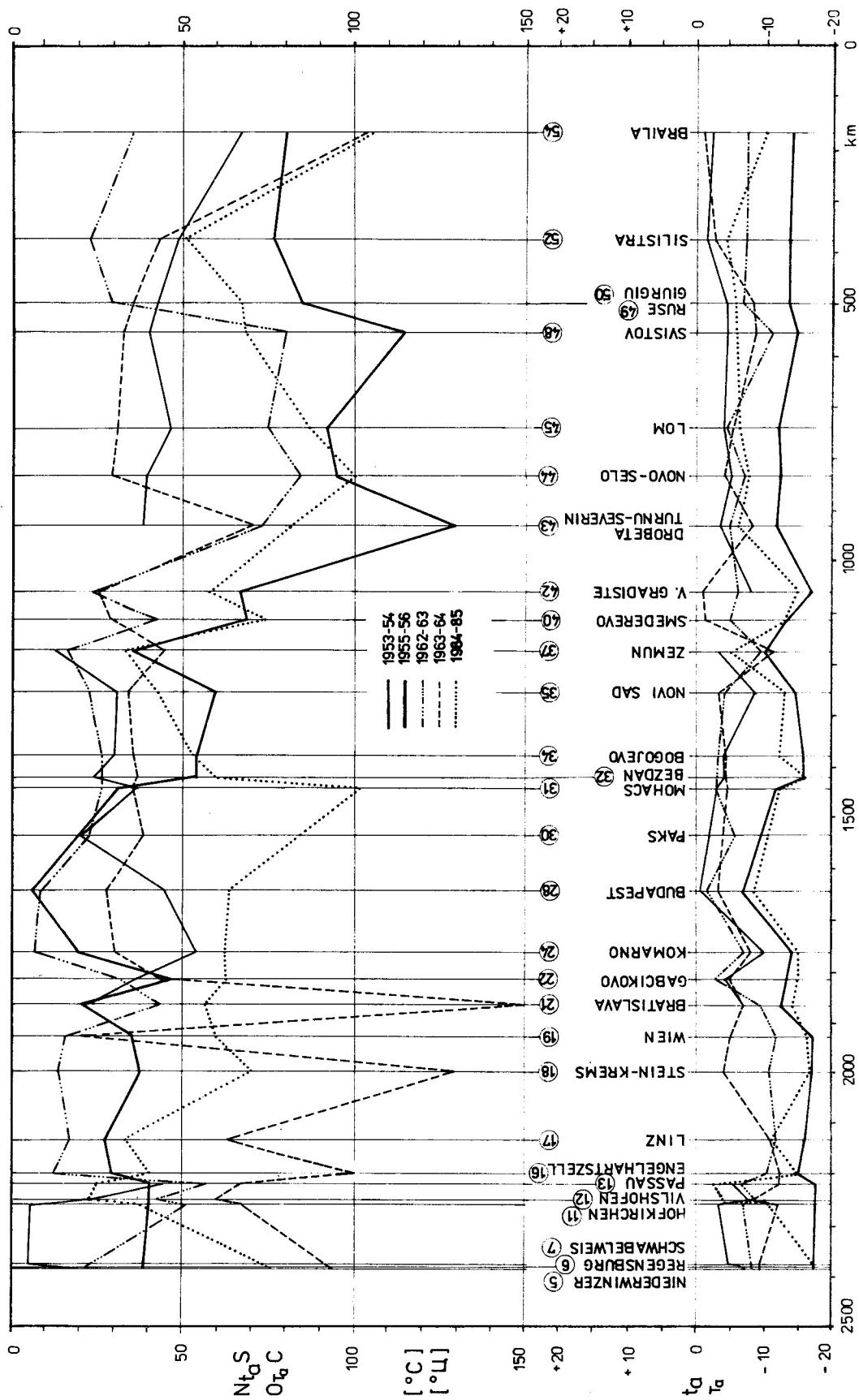


Abb. 14a Lufttemperatur am ersten Tag mit EE und negative Temperatursumme $N_{t_a} S$ bis zum AEE

Рис. 14а Температура воздуха в первый день с ЛЯ и сумма отрицательных температур Σt_a^- до НЛЯ

Fig. 14a Air temperature on the first day with the IPH and the sum of negative temperatures $N_{t_a} S$ to BPH

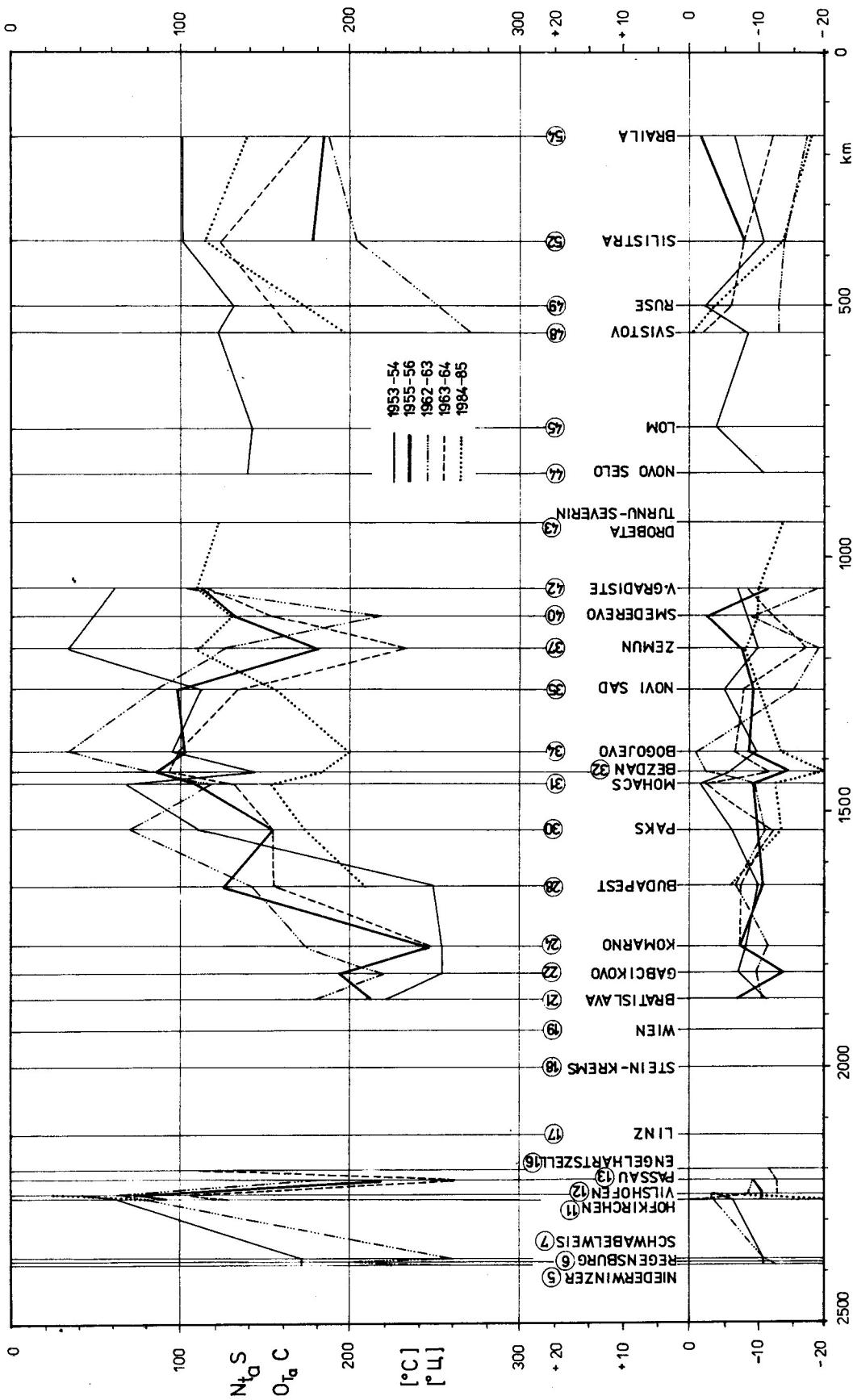


Abb. 14b Lufttemperatur am ersten Tag mit ED und negative Temperatursumme $N_{t_a}S$ bis zum AED

Pic. 146 Температура воздуха в первый день с JE и сумма отрицательных температур Σt_a^- до НИЕ

Fig. 14b Air temperature on the first day with FU and the sum of the negative temperatures $N_{t_a}S$ to the BFU

ISBN 80-07-00622-2