

# **ВОДНАЯ МАГИСТРАЛЬ ВОЛГА-ДОН-АЗОВСКОЕ МОРЕ**

---

Инж. Н. А. АНТОНОВ.

**Нижняя Волга, как судоходный  
путь.**

(ОТДЕЛЬНЫЙ ОТТИСК ИЗ вып. III.)

СЕВЕРО-КАВКАЗСКАЯ ПЛАНОВАЯ КОМИССИЯ  
ПРИ КРАЕВОМ ИСПОЛНИТЕЛЬНОМ КОМИТЕТЕ.

РОСТОВ НА ДОНУ.

1925



# Нижняя Волга, как судоходный путь.

*Инж. Н. А. Антонов.*

**I. Введение.** Осуществление Волго-Донского канала даст сильный толчок развитию земледелия, промышленности, торговли, а значит и судоходства во всем бассейне реки Волги. Не подлежит сомнению, что двинутся на Дон серые Камские, Бельские и Вятские хлеба. Не подлежит также сомнению, что сплошным водным путем направляться туда лесные материалы с верхней Камы, с Ветлуги, с Унжи и даже с более верхних притоков Волги, а нефтяные продукты от Астрахани.

Установить какие-либо границы в этом бассейне, за пределами которых влияние этого сооружения окажется мало заметным, мне представляется весьма трудным, но, не вдаваясь в область экономики, возьму на себя смелость утверждать, что судоходство на нижней Волге, т. е. вниз от устья Камы, изменится самым радикальным образом, как по размеру и направлению грузовых потоков, так и по новым грузам, которые здесь появятся (напр., уголь с Дона).

Жизнь тогда властно потребует, чтобы судоходные условия нижней Волги, вообще, и судоходные ее глубины, в частности, как-то были увязаны и приведены в соответствие с той глубиной, которую предполагается дать на канале. Поэтому настоящие судоходные условия Волги вниз от устья Камы или, точнее, от с. Богородска (у с. Богородска, расположенного на 4 версты выше устья Камы, имеется естественный обширный рейд, где производятся перегрузки судов), а также техническая возможность и стоимость тех или других улучшений этих условий приобретают теперь исключительный интерес.

Все данные, которыми я буду пользоваться при составлении этой статьи, относятся к периоду времени до 1918 года, так как в течение последующих лет они отрывочны и недостоверны.

**II. Крупные города и пристани нижней Волги.** На нижней Волге находятся следующие значительные города и крупные, главным образом, хлебные пристани: Тетюши на 45 верст ниже устья Камы; Ульяновск - на 140 версте от устья Камы.

Самара—на 360 версте. Этот город является исключительно крупным хлебным и мукомольным центром. Имеется обширная гавань (старая и новая), оборудованная железнодорожными путями для весенних и меженних горизонтов воды и элеватором большой вместимости.

Затем идут Сызрань на 474 версте и Хвалынский на 558 версте; пристани в обоих этих городах неудобны, так как суда могут подходить к самым городам только по высокой воде.

Балаково—на 616 версте—исключительно крупная хлебная пристань. Имеется небольшая узкая гавань. Перед войной у гавани начата постройка элеватора, но не закончена.

Вольск—на 645 версте—местонахождение крупных цементных заводов; Марксштадт—на 701 версте—хлебная пристань. В межень подход судов неудобен, малые глубины вынуждают держать дебаркадеры далеко от берега и сооружать длинные мостки.

Покровск—на 769 версте—столица автономной республики немцев Поволжья. Весьма крупная хлебная пристань. Имелась небольшая гавань Рязано-Уральской железной дороги, ныне заброшенная и запущенная.

Саратов—на 771 версте—одна из крупнейших пристаней. Мукомольный центр с крупным производством растительных масел. Лежит не на коренной Волге, а на рукаве. Землечерпанием обеспечивается подход судов в течение всей навигации.

Села Ровное и Золотое—на 866 и 878 версте—хлебные пристани. Камышин—на 993 версте.

Царицын—на 1163 версте. Крупнейшая лесная пристань и центр лесопильной промышленности. Владимировка—на 1328 версте. Крупнейшая соляная пристань. Подход судов неудобен, постоянно нуждается в углублении землечерпанием. Енотаевск—на 1484 версте и, наконец, Астрахань—на 1625 версте. Крупнейшая нефтяная, рыбная и лесная пристань.

**III. Плеса нижней Волги.** Как гидрологические, так и судоходные условия нижней Волги, при протяжении ее в 1626 верст и общем направлении реки с севера на юг, далеко не одинаковы. Для того, чтобы иметь возможность в некоторых случаях говорить не об отдельных пунктах, а о целых участках, все ее протяжение необходимо разбить, по крайней мере, на три следующих участка, или „плеса“:

	Протяжение в верстах
Устье Камы (Богородск)—Саратов . . . . .	771
Саратов—Царицын . . . . .	392
Царицын—Астрахань . . . . .	463

**IV. Водоносность и скорость течения.** Ниже впадения Камы Волга уже не имеет ни одного значительного притока, поэтому в отношении водоносности она идентична на всем своем протяжении. Наименьший навигационный расход ее, при самых низких из наблюдавшихся горизонтов воды, определяется в 150 куб. саж. в секунду, а наибольший, соответствующий самым высоким весенним горизонтам, 6000 куб. саж. в секунду.

Таким образом, отношение наибольшего расхода к наименьшему достигает 40.

Поверхностная скорость течения от величин, близких нулю, доходит в межень до 0,80 саж.-сек., а весной—до 1,20 саж.-сек.

**V. Весенний и осенний ледоход. Продолжительность навигации.** Начало весеннего ледохода, или „первая подвижка льда“, на всем плесе Богородск—Саратов происходит почти одновременно, а период весеннего ледохода, т. е. промежуток времени от „первой подвижки“ до очищения реки от льда, занимает 10—11 дней.

Осенью сало появляется на этом плесе в первых числах ноября.

*Средние сроки весеннего и осеннего ледохода на плесе Богородск—Саратов\*).*

Наименование пунктов	Первая подвижка льда	Очищение от льда	Первое появление осеннего сала
Богородск . . . . .	16 апр.	25 апр.	6 ноября
Ульяновск . . . . .	16 апр.	24 апр.	7 ноября
Самара . . . . .	14 апр.	28 апр.	9 ноября
Саратов . . . . .	12 апр.	27 апр.	14 ноября
В среднем . . . . .	15 апр.	26 апр.	9 ноября

На плесе Саратов-Царицын ледоход начинается неделей раньше. Продолжительность его на 3--4 дня больше. Осеннее сало появляется во второй половине ноября.

*Средние сроки весеннего и осеннего ледохода на плесе Саратов-Царицын.*

Наименование пунктов	Первая подвижка льда	Очищение реки от льда	Первое появление осеннего сала
Саратов . . . . .	12 апр.	27 апр.	14 ноября
Камышин . . . . .	9 апр.	23 апр.	17 ноября
Царицын . . . . .	2 апр.	17 апр.	23 ноября
В среднем . . . . .	8 апр.	22 апр.	18 ноября

Для Астрахани эти сроки значительно отступают от Царицынских. Соответственно они будут: 14 марта, 24 марта и 5 декабря. Время (т. е. календарные сроки) весеннего ледохода, а тем более осеннего, варьирует в широких пределах.

*Амплитуда сроков первой подвижки льда и появление осеннего сала.*

Наименование пунктов	Первая подвижка льда			Появление осеннего сала		
	Самая ранняя	Самая поздняя	Амплитуда	Самое раннее	Самое позднее	Амплитуда
Богородск . . . . .	5 апр.	30 апр.	25 дней	15 окт.	3 дек.	49 дней
Ульяновск . . . . .	3 "	29 "	26 "	19 "	4 "	46 "
Самара . . . . .	2 "	28 "	26 "	22 "	8 "	47 "
Саратов . . . . .	22 марта	1 мая	40 "	14 "	14 "	60 "
Камышин . . . . .	12 "	1 "	50 "	29 "	10 "	42 "
Царицын . . . . .	18 февр.	26 апр.	67 "	3 ноября	26 "	53 "
Астрахань . . . . .	31 янв.	8 "	57 "	8 "	18 янв.	61 "

\*) «Сборник XXXVI Казанского Округа Путей Сообщения».



Отсюда видно, что отступления от средних сроков, указанных в предыдущих таблицах, могут быть за отдельные годы весьма значительными.

Продолжительностью навигации мы будем называть время от очищения реки от льда до первого появления осеннего сала. Хотя фактически плавание по Волге, вообще, а в низовьях Волги, в особенности, обычно начинается за несколько дней до очистки реки от льда и кончается несколькими днями позднее появления сала и хотя на каждом водомерном посту отмечается время прохода первого и последнего судна, все же указанные признаки начала и конца навигации представляются более надежными. Проход судна часто бывает явлением случайным, или вынужденным и вовсе не указывает на то, что плавание безопасно. В дореволюционное время „коммерческий расчет“ часто побуждал судовладельцев отправлять свои пароходы в рейс со льдом и с явным риском поломки. Фрахт за такие рейсы брался „по соглашению“ и с лихвой покрывал не только стоимость рейса, но и исправления всех поломок. Осенью, после появления сала, пароход иногда идет не потому, что безопасно, а потому, что ему необходимо дойти до того затона, где ему подготовлена зимовка.

Так как за ранним открытием навигации может последовать позднее ее закрытие и, наоборот, позднее открытие—сопровождаться ранним закрытием, то естественно, что продолжительность навигации колеблется еще в больших пределах, чем первая подвижка льда и появление сала. Как видно из следующей таблицы, уже у Богородска амплитуда продолжительности навигации превосходит 2 месяца, а у Астрахани приближается уже к 3 месяцам:

*Продолжительность навигации в днях:*

Наименование пунктов	От	До	Средняя
Богородск . . . . .	167	229	197
Ульяновск . . . . .	164	227	194
Самара . . . . .	166	231	195
Саратов . . . . .	163	237	201
Камышин . . . . .	185	254	208
Царицын . . . . .	193	265	220
Астрахань . . . . .	225	309	257

Без большой погрешности и в круглых цифрах можно принять, что средняя продолжительность навигации:

для плеса Богородск—Саратов . . . . . 195 дней  
 „ „ Саратов—Царицын . . . . . 210 „  
 „ „ Царицын—Астрахань . . . . . 230 „

**VI. Горизонты воды.** Семь основных водомерных постов нижней Волги, наблюдениями которых мы уже пользовались, были открыты в период времени от 1877 по 1881 год, поэтому до 1918 года мы располагаем, примерно, сорокалетним периодом непрерывных

наблюдений. Столь значительный срок дает нам право относиться к выводам из показаний этих постов с достаточным доверием.

Нули этих постов, установленные в значительной степени случайно, не характеризуют никакого определенного горизонта воды. Гораздо более показательными являются, так называемые, „навигационные нули“, т. е. те горизонты, до которых когда-либо за весь период наблюдения падал горизонт воды в навигационное время.

Соотношение этих навигационных нулей с нулями водомерных постов, абсолютные их отметки и, наконец, даты наблюдений этих самых низких горизонтов воды показаны в следующей таблице:

*Навигационные нули.*

Наименование пунктов	Выше+или ниже— нуля водомерного поста	Отметка навигац. нуля над уровнем Балтийского моря	Когда наблюдался самый низкий навигационный го- ризонт (нуль)
	с а ж е н и.		
Богородск . . . . .	—0,63	14,95	1912 г. 22-30 сентября
Ульяновск . . . . .	+0,11	11,17	1890 г. 27-30 сентября 1891 г. 22-24 августа
Самара . . . . .	+0,06	6,73	1882 г. 5 ноября
Саратов . . . . .	+0,04	—1,83	1885 г. 2-4 и 8-10 сентября
Камышин . . . . .	—0,03	—6,04	1882 г. 1-2 декабря
Царицын . . . . .	—0,35	—9,20	1912 г. 16-17 ноября
Астрахань . . . . .	—0,32	—15,44	1901 г. 9 декабря

Колебания горизонтов воды, приведенных к навигационным нулям, видны по таблице:

*Колебания горизонтов воды (в сажнях).*

Наименование пунктов	Наиболее высокая вода				Наиболее низкая вода			
	Самая высокая за время наблюдений	Самая низкая за время наблюдений	Средне-высокая	Средняя дата прохождений самых высо- ких вод	Самая низкая за время наблюдений	Самая высокая за время наблюдений	Средне-низкая	Средняя дата наблюдений самой низкой воды
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Богородск . . . . .	6,92	3,59	5,87	15—16 мая	0	1,16	0,60	18—19 сент.
Ульяновск . . . . .	6,48	3,37	5,38	17—18 мая	0	0,98	0,40	19—20 сент.
Самара . . . . .	6,57	3,48	5,62	21—22 мая	0	0,93	0,38	22—24 сент.
Саратов . . . . .	6,53	3,53	5,65	29—30 мая	0	1,18	0,59	2—3 октября
Камышин . . . . .	5,98	3,32	5,20	31 мая 1 июня	0	1,06	0,52	3—4 октября
Царицын . . . . .	4,79	3,01	4,33	3—4 июня	0	1,20	0,62	16—17 окт.
Астрахань . . . . .	2,09	1,16	1,79	12 июня	0	0,49	0,27	26 октября

Для того, чтобы данные последней таблицы не вызывали недо-  
разумений, считаю не лишним дать следующие пояснения.

В графе 2 указан тот горизонт, до которого, хотя бы один раз за  
весь почти полувековой период наблюдения поднималась весенняя  
вода.

В графе 3 показан тот горизонт, выше которого не поднималась  
весенняя вода, хотя бы в одном году из всего периода наблюдений.

Цифры 4 графы представляют средне-арифметические из наи-  
больших под'емов всего периода наблюдений.

Графа 5 указывает среднюю из дат наблюдений годовых макси-  
мумов по каждому пункту наблюдения (водомерн. посту).

Графа 7 указывает, что был один или несколько лет, когда за  
все навигационное время горизонт воды не падал ниже приведенных  
величин.

Графа 8 представляет средне-арифметическое из самых низких  
горизонтов по каждому году.

Графа 9 представляет среднюю дату этих самых низких нави-  
гационных горизонтов.

При рассмотрении граф 5 и 6 легко заметить ту правильную  
последовательность, с которой вниз по Волге распространяется гре-  
бень волны высоких вод и обратной волны—низких вод.

Самые низкие горизонты выпадают для плесов:

Богородск—Саратов в 20-х числах сентября.

Саратов—Царицын в 10-х числах октября.

Царицын—Астрахань в 20-х числах октября.

Из графы 2 видно, что амплитуда колебаний горизонтов воды  
для плеса Богородск—Саратов наибольшая, несколько меньшая для  
плеса Саратов—Царицын и значительно меньшая для плеса Царицын—  
Астрахань, где уже ясно выражается близость моря. Астрахань по  
этой причине резко отличается даже от Царицына.

Здесь уместно упомянуть еще об одной особенности плеса  
Царицын-Астрахань. В то время, когда вся остальная Волга весной  
очищается от льда, при весьма уже высоких горизонтах воды и при  
избыточных глубинах, далеко превосходящих не только 18, но и 20  
четвертей, плес Царицын—Астрахань—при сравнительно еще низких  
горизонтах. Местных снеговых вод для под'ема горизонта воды оказы-  
вается недостаточно, а идущий сверху весенний паводок к этому вре-  
мени не успевает еще распространиться до Царицына.

Для полноты сведений о состоянии горизонтов воды на нижней  
Волге следует прибавить, что в зимнее время горизонты воды здесь  
часто падают значительно ниже навигационного нуля, что имеет боль-  
шое практическое значение в вопросе об условиях зимовки судов.

Наинизшие годовые горизонты опускаются до:

у Самары —0,47 саж.

у Саратова —0,52 „

у Царицына —0,59 „

Подобные исключительно низкие годовые горизонты наблюда-  
ются в переходный период от осеннего к установившемуся зимнему  
и обычно имеют место в промежутке времени от середины ноября до  
последних чисел декабря.

**VII. Судоходные условия.** Условия плавания на плесах рас-  
сматриваемого района р. Волги резко отличаются от условий плава-  
ния на перекатах.

В то время, как на плесах судовой ход имеет избыточную шири-  
ну (обычно более 100 саж.), плавные, пологие изгибы и избыточную



глубину, на перекатах, в естественном их состоянии, ни одно из этих благоприятных условий не имеет места. Не говоря уже о глубине, которой ниже будет посвящена отдельная глава, судовой ход здесь часто, при малой ширине (по „корыту“ переката), имеет затрудняющие судоходство крутые перегибы.

В этих случаях судоходству приходится довольствоваться теми условиями, которые достигаются землечерпанием. При весьма подвижном, мелко-песчаном ложе реки, перекаты выходят из под высоких вод в весьма различном состоянии. Те перекаты, которые в этом году представляли наибольшие затруднения и требовали больших землечерпательных работ, в будущем могут оказаться в хорошем состоянии и землечерпания не требовать. Некоторые перекаты, существовавшие целый ряд лет, затем исчезают, а вместо них появляются новые.

В настоящее время на участке Богородск—Саратов насчитывается до 25 перекатов, из которых наиболее стойкими являются (вниз по течению) Сергиевский, Ветляный, Климовский, Рязанский и Духовницкий. На участке Саратов—Царицын и Царицын—Астрахань перекатов по 15—20, из которых наиболее стойкие Добринский, Солодушинский, Александровский, Купеватский, Сенной и Грачевский. При повышенных требованиях к транзитной глубине число перекатов, несомненно, значительно возрастет, так как многие перевалы перейдут в разряд перекатов, требующих разработки.

Судовой ход на перекатах и перевалах, а равно отдельные препятствия обставляются предостерегательными знаками, снабженными в ночное время определенными огнями, почему судоходство происходит непрерывно круглые сутки и только появляющиеся иногда (в осеннее время) туманы останавливают его на несколько часов. Глубины перекатов всякий день указываются (вывешиваются) на специальных сигнальных мачтах, что дает возможность во время принять меры против посадки судна на мель, если оно перегружено.

Средние скорости течения на судовом ходу нижней Волги в межень около 3 верст в час, весной около 5 верст в час.

Выше указывалось, что весенние скорости достигают 1,20 саж. в секунду, т. е. более 8 верст в час, но такие исключительные скорости наблюдаются весьма редко, на очень ограниченном протяжении и взводному судоходству без затруднений удастся их миновать.

На Волге от Богородска до Астрахани имеется два железнодорожных моста: один новейшей постройки у Ульяновска с пролетами по 75 саж. и с возвышением низа ферм над самыми высокими водами на 6,72 саж.; значительного препятствия судоходству не представляет. Другой -- (б. Александровский) старой постройки (1880 г.), на 20 верст выше Сызрани, с пролетами по 50 саж. и с возвышением низа ферм только на 6,08 саж., представляет весьма существенное препятствие. Однако, вопрос о перестройке этого моста, невыдерживающего тяжелых новейших паровозов, поставлен уже на очередь и, вероятно, ко времени окончания Волго-Донского канала он будет уже перестроен.

**VIII. Глубины; землечерпание.** Наименьшей естественной глубиной перекатов нижней Волги можно считать 8 четвертей аршина. Правда, зарегистрировано несколько случаев падения ее до более низких пределов. Так, на Нижнем Козьем перекате (плеса Саратов—Царицын) в 1882 году наблюдалось 7 четвертей, а на Климовском—



(плеса Богородск—Саратов) в 1891 году даже 6 четв. 2 вершка, но эти случаи, являясь не вполне исследованными, непоказательны. Очень вероятно, что такое падение глубин являлось результатом заграждения хода судном, ставшим на мель, а еще вероятней, недостаточно тщательного выделения судового хода перекатной прислужгой, что до применения правильного транзитного землечерпания, а вместе с ним и инструментальных с'емок планов перекатов—было здесь заурядным явлением; 8 же четвертей в мелководье было уже не исключительным явлением и эту глубину можно принять, как наименьшую естественную, т. е. ту, которая всегда может повториться при отсутствии землечерпания.

Для большей точности здесь надо сделать лишь оговорку, что на плесе Царицын—Астрахань. в конце навигации, когда на выше лежащих плесах идет уже лед, естественные глубины могут падать не только ниже 8 четвертей, но, может быть, и 7 четвертей вследствие ледяных заторов на выше лежащих плесах (сведения за этот период весьма неполны).

Правильное транзитное землечерпание на нижней Волге было организовано только с 1909 года. Главные грузовые потоки направляются по Волге снизу вверх и потому на первый взгляд кажется странным, что в то время, как на средней Волге (Нижний—Богородск) уже с 1901 года поддерживалась землечерпанием определенная глубина в 10 четвертей, перекаты нижней Волги еще целые 8 лет оставались почти в естественном состоянии. Надо сказать, что в этот промежуток времени, не организовав правильного землечерпания, бывшее Правление Казанского Округа Путей Сообщения иногда командировало землечерпательницы для разработки того или другого наиболее затруднительного переката. Такой способ приносил мало реальной пользы и, например, в 1906 и 1907 г.г. на Купоросном перекате в разгар навигации и при горизонтах воды на 5—6 четвертей выше наинизших, глубина падала до 9 четвертей; поэтому и можно утверждать, что до 1909 г. перекаты нижней Волги оставались почти в естественном их состоянии. Эта кажущаяся странность объясняется тем, что мелководье наблюдается на нижней Волге значительно реже, чем на средней и верхней, и бывает при том кратковременнее.

Мелководье на нижней Волге бывает только при одновременном мелководьи и на средней Волге и на Каме. Из графы 8 предыдущей таблицы легко видеть, что по 6 основным водомерным постам (за исключением Астрахани, как исключительного пункта по близости к морю) средний из средне-низких горизонтов равняется около 0,50 саж., тогда как для средней и верхней Волги он близок к 0,30 сажени.

Еще рельефней выступит отличие нижней Волги от средней и верхней из сопоставления продолжительности периода времени, когда глубина бывает более 18 четв. и на продолжительность какового землечерпание влияния не оказывает. На нижней Волге, в среднем, такой период превосходит три месяца, тогда как на средней Волге он не более двух месяцев, а на верхней (Рыбинск—Нижний) едва превосходит один месяц.

Однако, увеличивающийся грузооборот побудил и на нижней Волге организовать транзитное землечерпание, которому, повторяю в 1909 году и поставлена была задача поддерживать глубину в 12,



четвертей. С таким заданием транзитное землечерпание на нижней Волге велось до 1917 года включительно. Для оценки достигнутых им результатов было бы очень просто показать наименьшие глубины за каждый год из этого десятилетия, но для судоходства важна не эта минимальная глубина, которая держалась, может быть, только в течение 1—2 дней в навигацию, но глубины в течение всей навигации.

**IX. Графики и таблицы глубинности.** Для надлежащего освещения поставленного выше вопроса в настоящее время, под руководством автора этой статьи, выполнена большая работа, заключающаяся в выборке документальных данных о глубинах (с точностью до 1 вершка) за каждый день этого периода и притом отдельно по трем указанным выше плесам. На основании этих выборок вычерчены графики глубинности каждого из трех плесов за каждую из 9 упомянутых навигаций, в которых по вертикальному направлению откладывались, в убывающем порядке глубины, а в горизонтальном—число дней, в течение которых эти глубины наблюдались. Глубины больше 18 четв. считались равным 18, почему весь период весенних вод и высоких паводков изображался горизонтальной линией. Глубиною плеса в данный день при этом считалась глубина самого мелкого переката на этом плесе (нормирующий перекат в этот день).

Ступенчатые графики были затем заменены волнистыми кривыми, неотступающими от первых на величину, выражающую глубину более 1 вершка. Наконец, последние кривые были разделены по высоте через каждую четверть, а горизонтальные расстояния между точками пересечения измерены и сведены в следующие три таблицы глубинности каждого плеса:

1) Глубинность плеса Богородск—Саратов.

Годы	Продолжительность навигации	Глубина в четвертях аршина										Наимен. глубин.	Нет сведен. число дней
		более 18	18—17	17—16	16—15	15—14	14—13	13—12	12—11	11—10	10—9		
		Ч и с л о д н е й										Четвер. верш.	
1909 . . . . .	200	139	2	1	2	7	19	18	2	6	—	10—0	4
1910 . . . . .	187	90	7	7	5	15	15	23	16	9	—	10—2	—
1911 . . . . .	212	89	11	10	25	8	14	28	10	10	—	10—2	7
1912 . . . . .	180	86	6	8	11	6	5	32	26	—	—	10—0	—
1913 . . . . .	186	119	3	4	22	26	12	—	—	—	—	13—1	—
1914 . . . . .	181	124	15	3	18	21	—	—	—	—	—	14—0	—
1915 . . . . .	193	189	4	—	—	—	—	—	—	—	—	17—2	—
1917 . . . . .	217	75	3	1	4	8	38	56	13	9	—	10—2	10
Итого . . . . .	1556	911	51	34	87	91	103	157	67	34	—	97—1	21
Среднее . . . . .	194	114	6	4	11	11	13	20	8	4	—	12—1	3
Сред. исправ.	194	114	6	4	11	11	13	21	9	5	—	—	0



2) Глубинность плеса Саратов—Царицын.

Годы	Продолжи- тельность навигации	Глубина в четвертях аршина										Наимен. глубин.	Нет сведен. число дней
		более 18	18—17	17—16	16—15	15—14	14—13	13—12	12—11	11—10	10—9	Четвер. верш.	
		Ч и с л о д н е й											
1909 . . . .	210	142	2	3	9	12	19	9	—	—	—	12—0	14
1910 . . . .	195	91	4	13	19	15	33	20	—	—	—	12—0	—
1911 . . . .	216	86	5	23	32	25	31	9	5	—	—	11—0	—
1912 . . . .	185	108	3	9	11	5	49	—	—	—	—	13—0	—
1913 . . . .	231	148	23	30	10	6	—	—	—	—	—	14—0	14
1914 . . . .	187	133	25	29	—	—	—	—	—	—	—	16—0	—
1915 . . . .	206	206	—	—	—	—	—	—	—	—	—	18—0	—
1916 . . . .	227	88	2	6	22	16	33	21	7	13	—	10—1	19
Всего . . . .	1657	1002	64	113	103	79	165	59	12	13	—	106—1	47
Среднее . . .	207	125	8	14	13	10	21	7	1	2	—	13—1	6
Сред. исправ.	207	125	8	14	14	11	22	8	2	3	—	—	—

3) Глубинность плеса Царицын—Астрахань.

Годы	Продолжи- тельность навигации	Глубина в четвертях аршина											Наимен. глубин.  Четвер. верш.	Нет сведен. число дней
		более 18	18—17	17—16	16—15	15—14	14—13	13—12	12—11	11—10	10—9	9—8		
		Ч и с л о д н е й												
1909 . .	218	147	2	9	14	7	14	8	—	—	—	—	12—3	17
1910 . .	216+3 <sup>1)</sup>	88	20	13	10	9	25	23	5	—	—	—	11—1	23
1911 . .	223	92	22	25	12	15	20	27	—	—	—	—	12—0	10
1912 . .	209	108	4	5	12	8	40	14	3	3	2	10	7—3	—
1913 . .	247+10 <sup>1)</sup>	152	14	28	25	16	—	—	—	—	—	—	14—0	12
1914 . .	219	186	4	5	2	2	9	11	—	—	—	—	12—0	—
1915 . .	232+4 <sup>1)</sup>	232	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	18—0	—
1917 . .	238	92	4	14	18	20	38	14	11	—	—	—	11—0	27
Итого <sup>2)</sup> .	1802+17 <sup>1)</sup>	1097	70	99	93	77	146	97	19	3	2	10	98—3	89
Среднее <sup>2)</sup>	225+2 <sup>1)</sup>	137	8	12	12	10	19	12	2	—	—	1	12—1	11
Среднее исправл.	225+2 <sup>1)</sup>	137	8+1 <sup>1)</sup>	13+1 <sup>1)</sup>	14	12	21	14	4	1	—	1	—	—

1) В таблице так же, как и на графике, выделен промежуток времени, который протек непосредственно с открытия навигации и до первого появления глубины в 18 четв.

2) До наступления 18 четв., в среднем, имеется 1 день с глубиной 18—17 четв. и день с глубиной 16—17 четв., которые и показаны отдельно в соответствующих графах.



**Х. Средние графики глубинности.** По выполнении этой работы естественно явилась потребность в построении „средних графиков глубинности,“ с применением транзитного землечерпания в объеме 1909—1917 г.г., так как только такой давностью можно пользоваться для обоснования предположений на будущее.

Однако, для такой цели девятилетний период является слишком недостаточным и потому предварительно надо было дать себе отчет в том, не являются ли некоторые из навигаций, входящих в этот период, настолько исключительными по многоводности или мелководности, что, влияя на средний график, сделают его непоказательным. Из рассмотрения данных о горизонтах воды за этот период мы прежде всего замечаем, что навигации 1915 и 1916 г.г. были чрезвычайно многоводными, а навигации 1912 и 1917 г.г. маловодными. Остальные 5 навигаций близкими к средним и потому, не останавливаясь на них, прямо перейдем к анализу четырех указанных годов.

Самый низкий навигационный горизонт 1915 г. значительно всего превосходил средне-низкие горизонты в Самаре (0,40 саж.) и Саратове (0,39 саж.), но и в этих пунктах за 40-летний период времени (с 1877 года) четыре раза наблюдались еще более многоводные навигации; в остальных пунктах низовой Волги горизонты 1915 г. приближаются к средним, а в Царицыне и Астрахани даже не достигают его. В общем можно сказать, что такие многоводные навигации, как 1915 год, нормально бывают один раз в 7—8 лет и потому к исключению ее из нашего девятилетнего периода нет никаких оснований.

Навигация 1916 г. была еще многоводней 1915 г. и за 40-летний период времени только один 1886 год был таким же многоводным, при чем в Самаре, например, 1916 год оказался даже многоводней 1886 года. Очевидно, такой год должен быть исключен из девятилетнего периода, в который уже вошел многоводный 1915 год, Поэтому в рассмотренных таблицах 1916 год отсутствует.

Из маловодных годов (1912 и 1917) первый является более маловодным, который в Богородске и Царицыне дал навигационные нули, но учитывая, что годы 1901 и 1912 были столь же маловодны, а целый ряд лет, как 1882, 1885 и 1890, 1891 и затем 1920 близкими к нему в этом отношении, мы заключаем, что появление такого мелководья один раз в десятилетие является нормальным, а потому не будем исключать 1912 год из нашего 8-летнего периода, тем более, что ошибка в среднем выводе в сторону уменьшения глубин менее страшна, чем обратная.

Средняя за наш период продолжительность навигации весьма близка к многолетней средней.

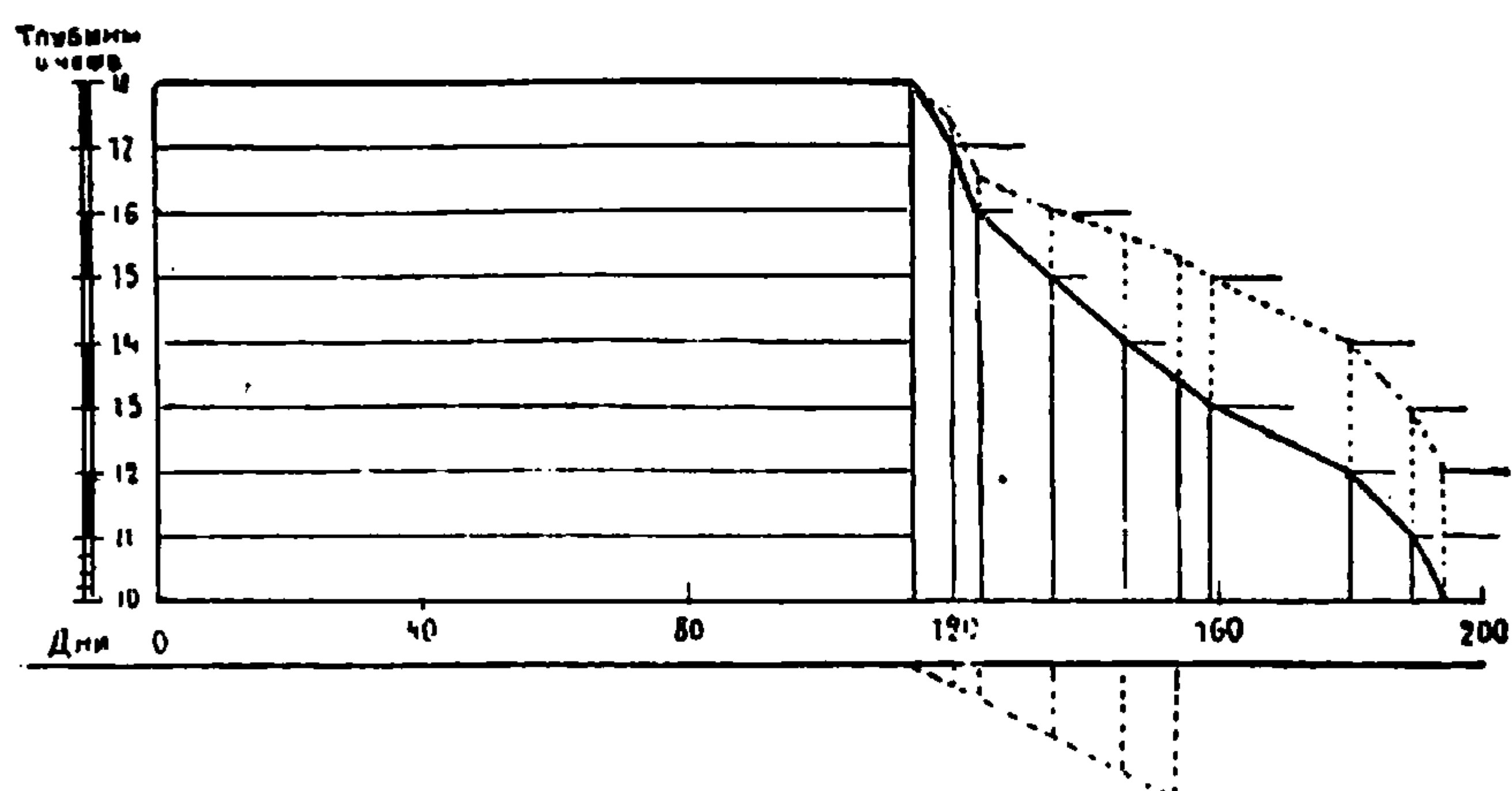
Итак, считая, что период времени с 1909 по 1917 г.г., за исключением 1916 года, близко подходит к норме, перейдем к описанию самого способа получения среднего графика глубинности.

В основу исчисления положен тот принцип, что средние можно выводить только из чисел дней с одинаковой глубиной, но нельзя выводить из глубин, которые наблюдались одинаковое число дней. Например, если мы имеем 10 дней с глубиной 18 четв. и 10 с глубиной 8 четв., то среднее будет 5 дней с глубиной 18 четв. и 5 дней с глубиной 8 четв., а никак ни 10 дней с глубиной 13 четв. Имея это в виду, мы и графики глубинности каждого года разбивали по глубинам, а не по времени. В таблицах глубинности показаны точ-

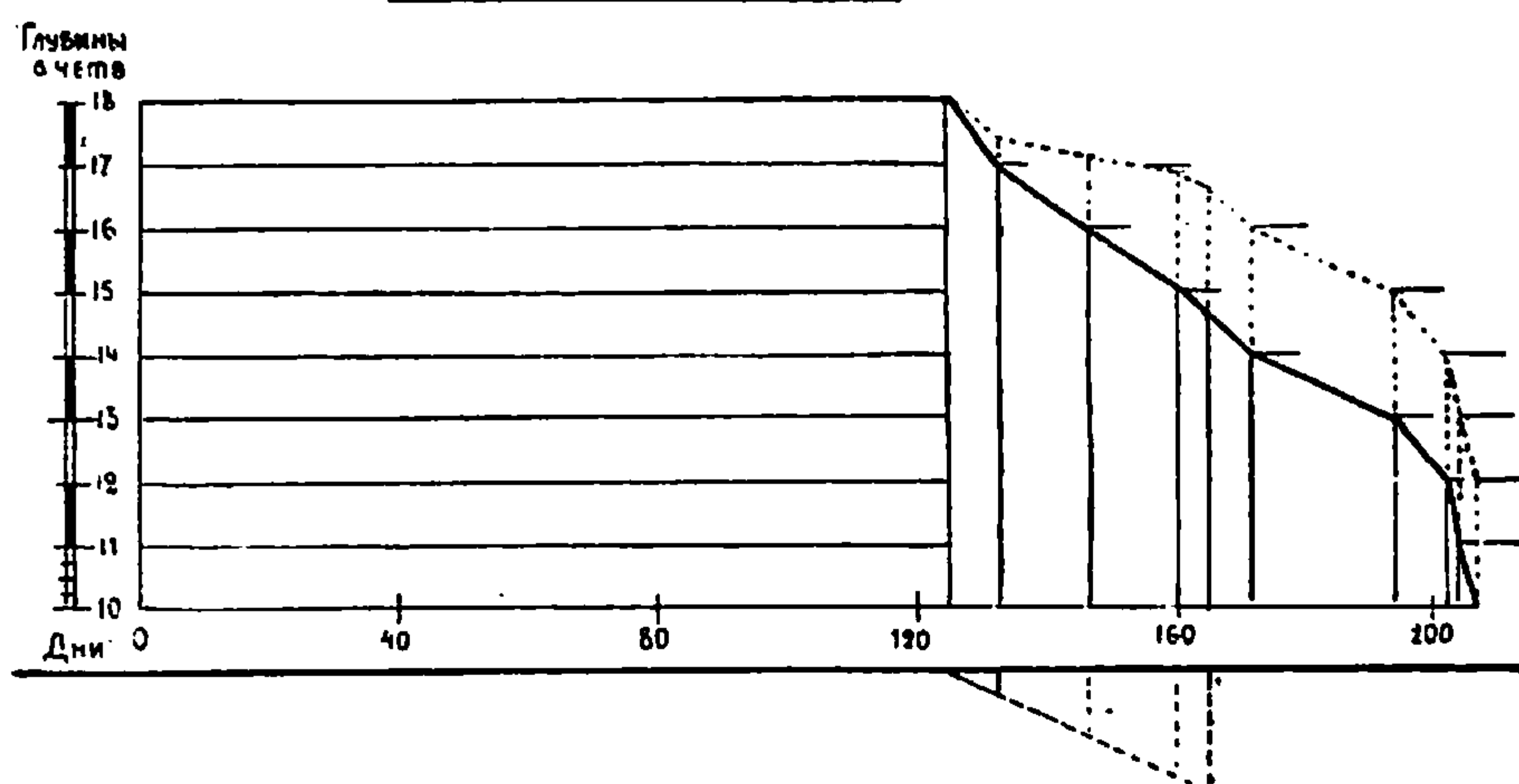


# СРЕДНИЕ ГРАФИКИ ГЛУБИНОСТИ ПЛЕСОВ.

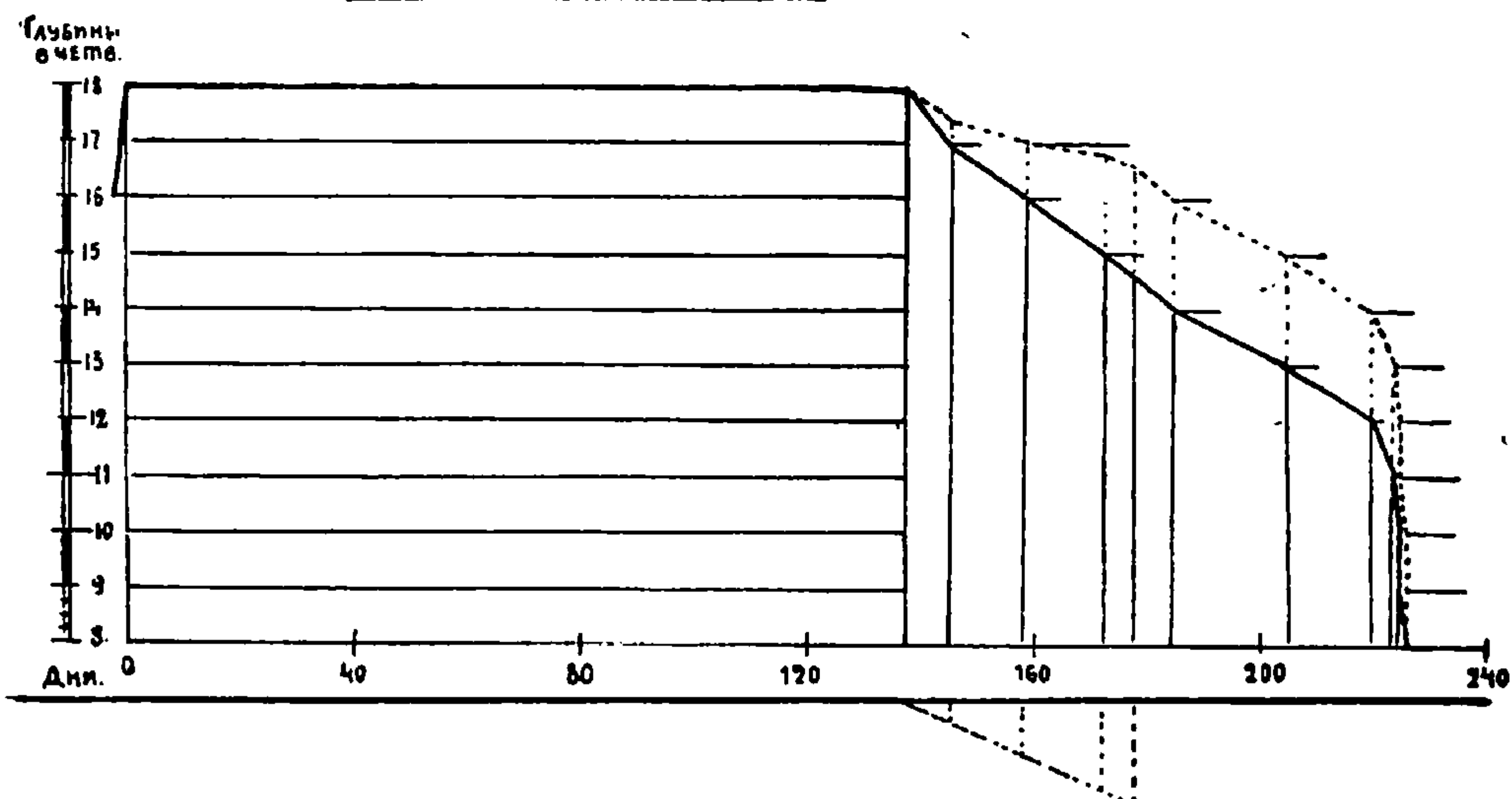
## Богородск - Саратов.



## Саратов - Царицын.



## Царицын - Астрахань



ные средние арифметические из наименьших глубин каждого года. Для плеса Саратов—Царицын она 13 четв. 1 верш. Если бы мы остановились на том способе, который считаем неверным, то самой меньшей глубиной средн. графика была бы глубина от 14 до 13 четв., тогда как у нас она от 11 до 10 четв. При нашем способе только те глубины могли бы не получить отражения на среднем графике, которые за 8 лет в общей сложности имели место не более 3 дней.

К сожалению, для каждого плеса, а особенно плеса Царицын—Астрахань, в 3 и 4 годах из 8 есть по несколько дней, в которые сведения о глубине не имеются.

После исчислений средней продолжительности для каждой глубины пришлось произвольно принять известную глубину и для этих дней. Принимая в соображение, что отсутствие сведений о глубине относится всегда к концу навигации, когда редко бывают большие глубины, мы эти дни не причисляли к числу дней с глубиной 17 и более четвертей, а предпочитая сделать ошибку в сторону уменьшения глубины, прибавляли по одному дню к каждой графе таблицы, начиная справа. Для плеса Царицын—Астрахань, где таких дней без сведений оказалось 11, пришлось прибавлять не по одному дню, а по два, но начать прибавления с графы, где указано число дней с глубиной от 12 до 11 четв. Сделано это потому, что за весь восьмилетний период на этом плесе наблюдались глубины меньше 11 четв. только в 1912 году, когда дней с отсутствием сведений не имеется. После такого распределения и составлены были последние строки таблиц глубинности под названием „среднее исправленное“.

В таблице глубинностей плеса Царицын—Астрахань выделены и обозначены крестиком те дни с глубиной меньше 18 четв., которые имели место немедленно по открытии навигации и еще до первого появления глубин в 18 четв. В среднем, таких дней оказалось всего два, но их нельзя смешивать с другими днями той же глубины, так как на эти два дня землечерпание данной навигации, начинающееся поздней, никакого влияния оказать не может. По средним исправленным вычерчены прилагаемые при сем „средние графики глубинности“.

Правда, наш восьмилетний срок недостаточно велик, чтобы утверждать, что такие же средние получились бы и при большем сроке, но если бы даже удалось за большой период времени получить, во-первых, достаточно достоверные данные о глубинах, а, во-вторых, отделить естественные глубины от достигнутых благодаря землечерпанию, которое применялось тогда в ином объеме, то составленный на основании их средний график глубинности едва ли отражал бы действительность лучше, так как я уже упоминал, в старые годы, в виду большой трудности, без помощи инструментальной с'емки сделать правильную обстановку переката и определить его глубину, многие из этих данных оказались бы неправильными.

В первые годы после организации транзитного землечерпания на Волге были нередки случаи, когда перекаты углублялись не землечерпательницами, а изыскательными партиями, исправляющими обстановку. Иногда обстановочная служба совершенно не замечала вновь образующихся глубоких ходов на перекатах, а держала обстановку на замелевших старых. Таким образом, прилагаемые средние графики глубинности обладают уже тем достоинством, что при настоящих условиях более правильных составить не представляется возможным.



## **XI. Преобразование основных средних графиков глубинности в средние графики глубинности при разработке плесов на глубину, отличную от 12 четв.**

Для того, чтобы наши средние графики глубинности, полученные при условии поддержания землечерпанием транзитной глубины на нижней Волге в 12 четв., преобразовать в такие же графики при поддержании иных глубин, приходится сделать следующие 5 допущений.

1. Влияние транзитного землечерпания начинается только по появлении, после спада весенних вод, глубины 18 четв. При разработке плеса, например, на 10 четв., что с 1901 г. имело место на плесе Нижний—Богородск. это положение можно считать установленным. Хотя и на том плесе землечерпание начиналось ранее появления таких глубин, но благодаря быстрому спаду воды в этот период оно не успевало еще ко времени наступления 18 четв. дать какое-либо углубление. При разработке же плеса на глубины, значительно больше 10 четв., например, 14 или 15, транзитное землечерпание должно начинаться значительно раньше (снаряды с большой глубиной черпания), и на деле уже к появлению 18 четв. оно даст некоторое, хотя, может быть, и малое углубление (т. е. несколько отсрочит появление 18 четв.). Но сужать обстановку судового хода с тем, чтобы, направив караван по узкой прорези (обычная ширина прорези 36 саж.), держать на вывеске, например, 19 четв., вместо 18 (с 1912 г. на Волге глубины вывешиваются, начиная с 20 четв.), в то время, как глубины большие 18 четв., остаются судоходством неиспользованными, конечно, было бы нерационально, и потому полученное углубление в общем случае не отразится на вывесках глубин перекатов. Тоже будет наблюдаться и при повышении глубин благодаря паводкам, поэтому допущение первое можно формулировать следующим образом:

Допущение 1-е: Транзитное землечерпание, влияя на глубины, меньшие 18 четв., не оказывает влияния на все глубины в 18 и более четвертей, когда бы эти глубины не появлялись.

Предварительно формулировки второго допущения, уделим несколько строк анализу транзитного землечерпания.

Когда известный участок реки. при помощи землечерпания, получает углубление сравнительно с естественным его состоянием, то он стремится вернуться к естественному состоянию, чего и достигает, если на поддержание достигнутого углубления не затрачивается никакой работы. Чем углубление больше, тем стремление к возвращению в естественное состояние сильнее.

Поэтому углубление землечерпанием известного плеса сначала идет быстро, затем замедляется и, наконец, превращается в нулевое, причем вся работа землечерпательных снарядов идет на поддержание уже ранее достигнутого углубления, что практически выражается в разработке перекатов, испортившихся уже после начала кампании, и в повторных постановках землечерпательных снарядов на уже разработанные перекаты. (На нижней Волге каждый перекат, в среднем, разрабатывается дважды в навигацию, иногда же 3—4 раза).

Итак, транзитную дноуглубительную кампанию можно разбить на 2 периода: период углубления и период поддержания глубины. Но углубление транзита не начинается сейчас же по приступе землечерпательных снарядов к работе. Если даже нормирующий перекадопал в работу в первую очередь, то и в этом случае раньше пройдет известное, иногда и весьма значительное, время, чем этот пере-

кат получит хоть какое-либо углубление. Если же в первую очередь нормирующий перекал не разрабатывается (что часто делается для избежания излишних пробегов снарядов, вообще, и буксировки их против течения, в частности), то и окончание работ на всех перекатах первой очереди не дает еще плесу никакой добавочной глубины. Поэтому из периода углубления может быть выделено то время, когда углубление еще не достигнуто. Назовем это время периодом „предварения“.

К этому же периоду предварения, в силу первого допущения, должны быть отнесены все те дни кампании, когда глубина плеса благодаря паводкам равняется или превосходит 18 четв., т. е. то время, когда, если и есть фактическое углубление, то оно не отражается на вывесках перекалов, или, иначе говоря, когда благодаря высокому стоянию горизонтов воды судоходство происходит за пределами прорезей.

Таким образом, транзитная дноуглубительная кампания расчленяется на три периода:

1) период предварения (углубления), 2) период (собственно) углубления и 3) период поддержания (достигнутой глубины).

Теперь нам надо установить определенную среднюю продолжительность землечерпательной кампании.

Эту продолжительность, согласно девятилетнему опыту, можно принять за 100 дней. На этом мы и остановимся, тем более, что ниже, при исчислении количества потребных дноуглубительных снарядов, мы будем пользоваться формулой, выведенной для 100-дневной же кампании.

Средние календарные сроки кампании будут следующие:

*Средние сроки начала и конца дноуглубительной кампании (при 100-дневной продолжительности).*

Наименование плеса	Начало кампании	Конец кампании
Богородск—Саратов . . . . .	5 июля	13 октября
Саратов—Царицын . . . . .	25 июля	2 ноября
Царицын—Астрахань . . . . .	5 августа	14 ноября

Сопоставляя, кстати, указанные здесь даты конца кампании со средними датами конца навигации, заметим, что землечерпание, в среднем, кончается не меньше, чем за две недели до конца навигации, что и естественно, так как нужно время на уборку каравана на зиму, и, кроме того, бесцельно производить работы, которыми судоходство не успеет уже воспользоваться.

Главнейшей задачей транзитного землечерпания является стремление, чтобы глубина плеса, по возможности, ни на один день не падала ниже заданной глубины, что обычно и выполняется, если навигация не является исключительно неблагоприятной по тем горизонтам, до которых падает вода, или по быстроте спада высоких вод.

За восьмилетний период по трем нашим плесам полностью задание было осуществлено: по первому плесу в течение 3 навигаций, по второму в течение 7 навигаций и по третьему в течение 5.

Для выполнения этой главной задачи необходимо, чтобы ко времени наступления навигационных минимумов период углубления был уже закончен.



Выше мы уже заметили, что самые низкие горизонты выпадают: для 1 плеса—на 20-ые числа сентября, для 2 плеса—на 10-ые числа октября, для 3 плеса—на 20-ые числа октября, т. е. спустя, в среднем, 70 дней с начала дноуглубительной кампании.

Из средних графиков глубинности мы видим, что в течение навигации на первом плесе, в среднем, бывает 80 дней с глубиной менее 18 четв., на втором—82 и на третьем—88. В этот срок должны полностью входить период углубления и период поддержания и, кроме того, большая часть того промежутка времени, который проходит от конца кампании до конца навигации. Большая часть потому, что в конце навигации редко глубины доходят до 18 четв. Выше указывалось, что от конца кампании до конца навигации в среднем проходит не меньше 2 недель. Отчисляя сюда от 10 до 18 дней, мы приходим к заключению, что период углубления вместе с периодом поддержания будет очень близок (считаем равным) к 70 дням.

Теперь мы имеем все данные для установления продолжительности каждого из 3 периодов, на которые распадается дноуглубительная кампания:

$Пр. + Уг. + Под. = 100$  дней (продолж. кампании).

$Пр. + Уг. . . = 70$  дней.

$Уг. + Под. . . = 70$  дней.

Откуда: период предварения  $Пр. = 30$  дней.

период углубления  $Уг. = 40$  дний.

период поддержания  $Под = 30$  дней.

На основании сказанного мы можем формулировать следующее допущение:

Допущение 2-е. При продолжительности дноуглубительной кампании в 100 дней на низовой Волге, в среднем, 30 дней падает на период времени, когда глубина плеса более 18 четв. (период предварения), 40 дней идет на углубление и остальные 30—на поддержание достигнутой глубины.

Для лучшего уяснения сущности такого деления добавим, что каждый из трех периодов может по времени прерываться. Непосредственно по времени после предварения (не первого) может наступить поддержание, но только в том случае, если раньше уже период углубления был закончен, а вновь наступивший период предварения исполнил роль поддержания.

Допущение 3-е. Углубляющий период землечерпания падает на более глубокую часть графика глубинности.

Это положение не подлежало бы никакому сомнению, если бы, начиная с весны, глубины плеса непрерывно падали бы до наступления навигационных минимумов, а затем оставались на том же уровне, или поднимались, но не доходя до тех глубин, при которых был закончен углубляющий период землечерпания.

Но из ознакомления с календарными графиками горизонтов воды по любому водомерному посту мы видим, что в течение одной навигации всегда наблюдается несколько минимумов и несколько максимумов, а потому и глубины любого переката, находящиеся в зависимости от этих горизонтов, на деле не изменяются с такой последовательной правильностью, так как проходящие время от времени паводки ее, конечно, нарушают. Если бы мы строили графики глубинности определенных перекатов, конечно, относительно их допущение 3-е грубо не соответствовало бы действительности. Не так дело об-

стоит в отношении графика глубинности плеса. Из самого определения глубины плеса следует, что все короткие паводки на таком графике не отразятся вовсе, а продолжительные отразятся на протяжении короткого срока. В самом деле, если в верхнем участке плеса, например, у устья реки Камы, появляется паводок, то до тех пор, пока этот паводок не распространится до нижней границы плеса (в нашем случае Саратова), глубина плеса будет определяться глубиной перекатов, находящихся ниже района распространения прибылой волны и на графике глубинностей паводок не отразится. Затем, если в то время, когда паводок распространится уже до Саратова (дней через 8, так как паводки на нижней Волге распространяются со скоростью 100 верст в сутки), у Богородска уже этой прибылой воды не будет, то глубина плеса станет определяться глубиной верхних перекатов и весь паводок, находясь на плесе менее 16 дней, пройдет без всякого отражения на графике глубинности. 25-дневный паводок даст повышение глубины этого плеса только дней на 9—10, а средний график глубинности, полученный из 8 навигационных графиков, всего на 1—2 дня.

Если очень большие (продолжительные и высокие) паводки все же заметно отражаются на графике глубинности, то естественно возникает вопрос—не будет ли высказанное положение справедливо только для тех навигаций, когда таких больших паводков не было. Однако, здесь выступает на сцену другое обстоятельство, которое и позволяет на этот вопрос ответить отрицательно. Обстоятельство это заключается в том, что каждый значительный паводок губительно отражается на произведенных уже дноуглубительных работах. Прорези, как говорят, „смазываются“ и после прохода гребня большого паводка все выполненные дноуглубительные работы приходится повторять, т. е. снова наступает период углубления, хотя бы раннее он был уже закончен. Поэтому, не опасаясь большой погрешности, указанное допущение можно сделать для всякого среднего графика глубинности.

Допущение 4-е. Величина углубления плеса землечерпанием на среднем графике глубинности возрастает по закону прямой линии, т. е. величина эта пропорциональна горизонтальному расстоянию ее от той точки графика, в которой происходит перелом к глубинам, меньшим 18 четвертей.

Предшествующими допущениями уже установлено, что при 18 четв. углубление равно 0 и что, в среднем, наибольшее углубление соответствует по времени самому низкому стоянию горизонта воды в навигацию. Отсюда следует, что чем глубины на протяжении периода углубления меньше, тем влияние на них землечерпания больше. Это значит, конечно, что достигнутое землечерпанием углубление возрастает с уменьшением глубины, но не значит еще, что по закону прямой линии. Однако, никаких указаний на такой закон практика землечерпания не дает и, по всей вероятности, никакого закона и не существует. За прямую линию говорит только простота и полное отсутствие мотивов к какому бы то ни было отклонению от нее. Для того, чтобы покончить с этим вопросом, мы отдадим себе только отчет в той погрешности, которая может явиться результатом этого четвертого допущения.

Пусть мы преобразовываем основной средний график глубинности в график для транзитной глубины, отличной на 2 четв. от 12 четв. т. е. для 14 четв., или для 10 четвертной транзитной глубины. Изобразив основной график на протяжении периода углубления некото-



рой горизонтальной линией, мы имеем определенные две точки для нового графика: одну в начале этой линии, другую, отстоящую по вертикали на 2 четв. от конца линии. Между этими точками мы, согласно 4-го допущения, приводим прямую, в действительности же она может быть какой-нибудь кривой выпуклостью в ту или другую сторону. Наибольшего уклонения этой кривой от нашей прямой естественно ожидать посередине. Но так как прямая отстоит здесь от основного графика, т. е. от горизонтальной линии всего на 1 четв., то кривая будет отстоять от нашей прямой едва ли более, как на один—два вершка. Но основные средние графики глубинности (по недостаточности 8-летнего периода), ни тем более преобразованные, конечно, не могут претендовать на большую точность, а потому сделать выше формулированное допущение мы считаем себя в праве, тем более, что оно касается только больших глубин, превосходящих заданные транзитному землечерпанию.

Допущение 5-е. При всяком задании транзитному землечерпанию оно будет выполняться в той же мере, как с 1909 по 1917 г.г. выполнилось задание поддерживать 12 четв.

Необходимость такого допущения очевидна, так как только приняв его, можно в основание определения средней глубинности при новом задании положить ту глубинность (основную), которая фактически была достигнута в 1909—1917 г.г.

Однако, это положение включает в себя и другое, а именно, что транзитному землечерпанию предоставляются средства в объеме, строго соответствующем заданию.

Нельзя, например, оставляя ему те же средства, давать задание большей, а равно и меньшей глубины, так как, очевидно, в первом случае это задание обречено на полную неудачу, как борьба с негодными средствами, а во втором будет выполняться успешней, чем выполнялось раннее.

На вопрос о том, какие, именно, средства следует считать соответствующими заданию, я останавливаться не буду, так как в главной своей части, т. е. в отношении количества землечерпательных снарядов, он исчерпывающе освещен инженером Тороповым, на труд которого, посвященный этому вопросу, мне ниже придется еще ссылаться.

**XII. Пределы, в которых предлагаемый способ преобразования может применяться.** Сделав указанные допущения, мы можем средний график глубинности при поддержании землечерпанием 12 четв. преобразовать в такой же график при поддержании любой другой глубины, но не выходящей за те пределы, при которых уже не только конструкция и мощность снарядов, но и тактика производства транзитного землечерпания должна существенно отличаться от принятой при 12 четв. задания.

Приблизительно такие пределы будут лежать на 2 или 2,5 четв. в обе стороны от 12 четв., т. е. этим способом можно, не опасаясь крупных погрешностей, строить графики для всяких глубин от 9,5 до 14,5 четв.

При глубине 15 и более четв. наоборот, 25-кубовые и даже 40-кубовые землечерпательницы оказались бы слишком слабыми, а глубина их черпания недостаточной. Землечерпание пришлось бы начинать значительно раньше. Глубины в 19 и 20 четв. получили бы уже важное значение, а к наступлению 18 четв. необходимо было бы уже получить определенные углубления плеса. Графики глубинности приш-

лось бы строить уже иначе, с обязательным включением некоторых глубин больших 18 четв., о которых за все время до 1912 года (когда вывешивались глубины перекатов, начиная с 18 четв.), никаких сведений не имеется. На приложенных средних графиках глубинности, в виде примера, пунктиром показаны средние графики глубинности при производстве транзитного землечерпания на 14 четв.

**XIII. Количество снарядов, необходимых для поддержания любой транзитной глубины на низовой Волге.** Для решения этого вопроса автор этой статьи воспользовался следующей формулой, выведенной на основании опыта Волжского землечерпания инженером И. К. Тороповым \*).

Число (минимум) снарядов 25-кубовой контрактной производительности, при 100-дневной продолжительности кампании будет:

$$X=0,034 \beta L \frac{h.b}{25} \gamma$$

где L—протяжение плеса в верстах,

h—углубление, даваемое землечерпанием

b—ширина прорези, а  $\beta$  и  $\gamma$  — численные коэффициенты переменной величины.

Приняв ширину прорези, согласно установившейся практики,  $b = 36$  саж., можно составить следующую таблицу:

*Число 25-кубовых снарядов, необходимых для поддержания транзитной глубины Н (в четвертях).*

Наименование плеса	H=10	H=11	H=12	H=13	H=14	H=15	H=16
Богородск—Саратов . . . . .	2,7	3,7	5,2	7,0	9,0	11,3	14,2
Саратов—Царицын . . . . .	1,4	1,8	2,6	3,5	4,5	5,6	7,0
Царицын—Астрахань . . . . .	1,6	2,3	3,2	4,3	5,5	7,0	8,8
В с е г о . . . . .	5,7	7,8	11,0	14,8	19,0	23,9	3,0

До глубины  $H = 14$  четв. включительно можно было воспользоваться численными значениями коэффициентов, выведенными инженером Тороповым, для 2 же последних граф значения эти взяты по экстерполяции.

Учитывая, что до 1917 года включительно бывший Казанский Округ Путей Сообщения уже поддерживал на этих плесах 12 четв., что при грузообороте того времени оправдывалось экономически и на что имеется достаточный, но временно (частью) бездействующий дноуглубительный караван, уместно показать число добавочных снарядов к имеющимся.

\*) Труд его, посвященный этому вопросу, под заголовком „Опыт установления метода определения числа дноуглубительных снарядов, необходимых для поддержания на плесе заданной глубины“ вскоре должен появиться в журнале „Водный Транспорт“.



*Добавочное число 25-кубовых снарядов, необходимых для поддержания глубин, больших 12 четв.*

Наименование плесов	H=13	H=14	H=15	H=16
Богородск—Саратов . . . . .	1,8	3,8	6,1	9,0
Саратов—Царицын . . . . .	0,9	1,9	3,0	4,4
Царицын—Астрахань . . . . .	1,1	2,3	3 8	5,6
Итого . . . . .	3,8	8,0	12,9	19,0

Не подлежит сомнению, что когда грузооборот Волги станет приближаться к грузообороту 1909—1917 г. г., то средства для поддержания на нижней Волге 12 четв., вместо теперешних 10, будут изысканы вне всякой зависимости от сооружения Волго-Донского канала, тем более, что такое время наступит, вероятно, раньше, чем осуществится этот канал.

**XIV. Рациональное задание транзитному землечерпанию, в связи с сооружением Волго-Донского канала.** Сопоставляя данные последней таблицы с построенными нами (пунктиром) средними графиками глубинности при транзитном землечерпании на 14 четв., и имея в виду, что Волго-Донской канал предполагается построить для осадки судов в 16 четв., сразу уже приходится усумниться в целесообразности большего задания для Волги. В самом деле, как видно по указанному графику, при черпании на 14 четв. фактические глубины, в среднем, будут:

*Средняя глубинность нижней Волги при транзитном землечерпании на 14 четвертей.*

Наименование плесов	Число дней с глубиной:		
	менее 14 четв.	от 14 до 16 четв.	более 16 четв.
Богородск—Саратов . . . . .	14	44	136
Саратов—Царицын . . . . .	5	30	172
Царицын—Астрахань . . . . .	6	35	186
В среднем . . . . .	8	36	165

Заметив теперь, что из всех дней с глубиной более 14 четв. огромное большинство будет с избыточной глубиной, т. е. не только большей 16, но и 18 четв., мы для простоты весь этот период (последние две графы приведенной таблицы) назовем „глубоким“, в от-

личие от „мелкого“, который имеет глубины меньше 14 четв., и для суждения о рациональном задании землечерпанию на нижней Волге составим, на основании наших средних графиков глубинности и таблицы на стр. 183, следующую таблицу:

*Действительная глубина нижней Волги при различных заданиях транзитного землечерпания.*

Задание транзиту в четвертях	Количество потребных 25-куб. снарядов	Число дней		Мелкий период в 0,0% от глубокого
		мелкого периода	глубокого периода	
12	11	41	168	24,4
14	19	8	201	4,0
16	30	0	209	0,0

Если для того, чтобы сократить указанный в последней графе процент с 24,4 до 4,0, целесообразно добавить к имеющимся 11 еще 8 землечерпательных снарядов, то для того, чтобы свести этот процент с 4 до 0 едва ли целесообразно прибавлять еще 11 снарядов. Львиная доля затрат при этом непроизводительно ушла бы на достижение тех избыточных глубин, которых судоходство будет не в состоянии уже использовать.

Предоставляя экономистам окончательно разрешить этот вопрос и считая, что в настоящей статье имеются данные для разработки любого варианта, мы займемся теперь определением стоимости поддержания транзитной глубины на нижней Волге, вместо 12 до 14 четв.

**XV. Стоимость поддержания 14 четв. транзитной глубины.** Прежде всего посмотрим, какой тип снаряда является здесь наиболее подходящим. На нижней Волге был испытан целый ряд различных типов землечерпательных снарядов, производительностью от 10 до 150 кубических саж. в час и в настоящее время можно считать установленным, что наиболее подходящим типом для нее является землесос „Волжская 28-я“.

Землесос этот, с часовой производительностью 50 кубич. саж., построен в 1913 году Путиловским заводом и стоил с запасными частями 259.000 рублей. Его размеры: длина 36,5 метр., ширина 8,5 метр. и наибольшая осадка 1,56 метр. Глубина черпания 7,50 метр., длина рефулера 373 метр. и мощность машин 650 HP.

При мелкозернистом песчаном ложе нижней Волги землесос этот дает хорошую действительную производительность, удобен и дешев в эксплуатации.

По отчетным данным 1915 г. годовая стоимость его содержания, действия и ремонта определилась в 58.551 р. 97 к., или кругло 60.000 рублей, против 50.000 р. для 25-кубовой рефулерной землечерпательницы (Волжская 2-я—49.341 р. 18 к.) и почти такой же стоимости 10 кубового землесоса (Волжская 12-я—57.481 р. 27 к.).



Считая, что аренда и содержание судов для обслуживания снарядов, изыскания для землечерпания и амортизация снарядов вместе составляют 50% от полной стоимости содержания и действия снаряда, получим стоимость транзитного землечерпания, приходящуюся на каждый снаряд типа „№ 28“ в 90.000 довоенных рублей.

Из таблицы на стр. 184 мы видим, что для поддержания транзитной глубины в 12—14 четв. на всей нижней Волге потребуется добавить 8 землечерпательных снарядов 25-кубовой производительности. Мы же остановились на типе „Волжская 28“, т. е. снаряда 50-кубовой производительности. Таких потребуется четыре. Единовременная затрата на заготовку этих снарядов определится в  $259.000 \times 4 = 1.036.000$  руб. и ежегодный расход на производство землечерпания в  $90.000 \times 4 = 360.000$ .

Таким образом, мы видим, что приведение глубины нижней Волги в соответствие с теми, на которых предполагается пропускать суда по Волго-Донскому каналу, представляет задачу, не только технически легко осуществимую, но и не требующую крупных затрат.

