

УДК 004.942:658.51:629.5

УЧЕТ КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ИМИТАЦИОННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРОЦЕССА СТРОИТЕЛЬСТВА СУДОВ

М.А. Долматов, А.О. Макурин, А.М. Плотников (Санкт-Петербург)

Климатические условия относятся к важнейшим факторам, которые необходимо учитывать при строительстве судов, кораблей и изделий морской техники. Один из таких факторов – ледостав [1].

Учет ледостава при планировании работ судостроительной верфи критически важен для обеспечения непрерывности производства в России, особенно в регионах с холодным климатом (например, Архангельск, Мурманск, Северодвинск, Дальний Восток).

Ледостав – период, когда наблюдается неподвижный ледяной покров на реках и водоемах. Длительность ледостава зависит от продолжительности и температурного режима зимы, характера водоема, толщины выпавшего снега, ветрового режима. Ледостав – характерная черта почти всех рек России и имеет черты зональности. Продолжительность его уменьшается с севера на юг, составляет от 1 до 8 мес и более. Ледостав на реках и озерах севера России обычно начинается в конце октября – начале ноября, на юге – во второй половине ноября, когда среднесуточная температура воздуха опускается до -5°C .

Ледовые условия, включая ледостав, оказывают значительное влияние на продолжительность строительства судов на большинстве верфей России. Это связано с климатическими особенностями регионов, где расположены основные судостроительные предприятия страны, а также с необходимостью адаптации технологических процессов к низким температурам и ледовым нагрузкам.

Образование льда в акваториях затрудняет либо делает невозможным спуск судов на воду. Использование же ледоколов или специального оборудования для создания полыней добавляет этапы к процессу строительства и испытаний, тем самым повышая общую стоимость строительства.

Учет ледостава позволяет судостроительным верфям минимизировать (а возможно и избежать) простои в строительстве и связанные с этим финансовые потери. Основные мероприятия предприятия в этом направлении могут быть следующие:

- сезонное разделение (планирование) работ (открытые/закрытые площади); активные стапельные работы, спуск судов на воду ориентируются на весенне-летне-осенний период;
- инвестиции в инфраструктуру (крытые доки и цехи, обогрев);
- координация с ледокольными службами для реализации необходимой логистики;
- создание запасов критичных материалов и комплектующего оборудования на заказы до наступления ледостава (когда поставки идут в основном по морской (речной) акватории).

Нередко предприятия просто добавляют 15–30% к срокам на этапах строительства, зависящих от ледостава.

Имитационное исследование влияния ледостава на продолжительность строительства судов было выполнено авторами на имитационной модели процессов функционирования судостроительного производства АО «Онежский судостроительно-судоремонтный завод» (Петрозаводск) (рис. 1). Завод располагается на берегу

Онежского озера. Расчеты на модели выполнялись в различных вариантах производственной программы.

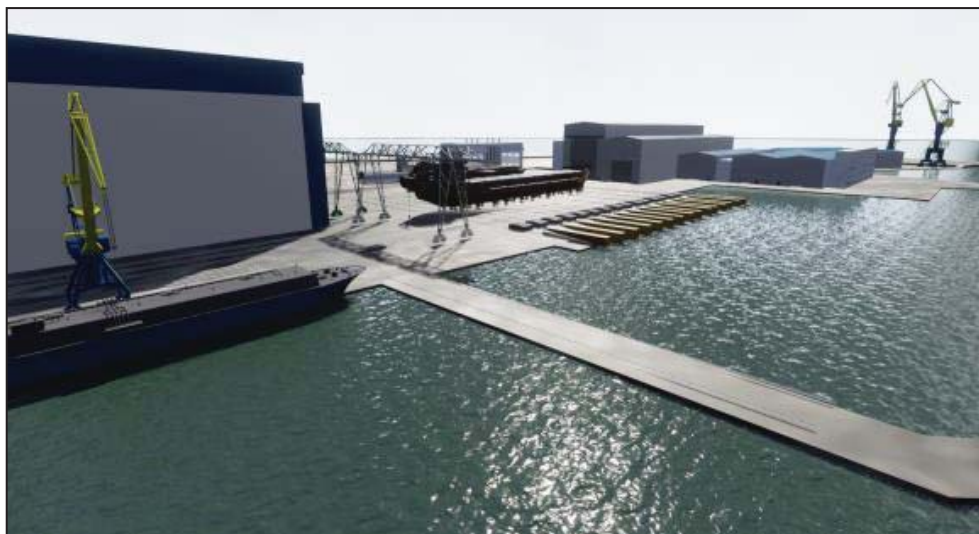


Рис. 1. АО «Онежский судостроительно-судоремонтный завод»

По среднемноголетним данным Института водных проблем Севера Карельского научного центра РАН лёд устанавливается в акватории Петрозаводской губы Онежского озера 18 декабря и существует до 9 мая [2].

Однако сроки ледостава могут варьироваться из года в год в зависимости от погодных условий. Например, в 2020-2021 г. лёд установился 12 января, а взлом произошёл 20 апреля, то есть период ледостава продолжался 3,5 мес. В другой сезон (2021-2022) ледостав длился почти пять месяцев – с 7 декабря 2021 г. по 3 мая 2022 г. В 2019–2020 годах лёд установился 31 января 2020 г., взлом произошёл 22 марта 2020 г. – ледостав продолжался всего лишь 50 дней.

Наиболее ранняя дата установления льда в губе – 18 ноября 1993 г., наиболее поздняя – 23 января 2004 г. Наиболее ранняя дата очищения ото льда 19 апреля 2007 г., наиболее поздняя – 28 мая 1956 г.

В проведенном исследовании при расчетах на имитационной модели сроки ледостава были приняты с 18 декабря по 9 мая.

Созданная имитационная модель описывает производственную систему предприятия, включая как существующие сооружения (старый эллинг), так и планируемые к вводу в эксплуатацию в результате модернизации производственные мощности (блок корпусных цехов, новый эллинг, окрасочные камеры).

В имитационную модель были включены следующие виды производства (с разной степенью детализации описания производственных процессов):

- корпусообработывающее (включая склад металла, участок предварительной обработки металлопроката, участки резки и гибки металлопроката);
- сборочно-сварочное (участки изготовления плоских и объемных секций);
- корпусостроительное (участки изготовления блоков, два эллинга и открытый стапель);
- механомонтажное (склад оборудования и привлекаемые бригады);
- производство по монтажу изоляции и лакокрасочным покрытиям (окрасочные камеры);
- испытания и сдача заказов (две достроечные набережные).

При описании в модели технологии строительства заказов учитывались следующие производственные ресурсы:

- технологическое оборудование (автоматизированная линия очистки и грунтования металлопроката, машины термической резки, гибочные прессы, сборочные постели, линия сварки плоских секций);
- две окрасочные камеры;
- открытый стапель (4 нитки);
- крановое оборудование (12 мостовых кранов);
- транспортное оборудование (автомобильный транспорт, цеховые телеги, стапельные тележки / судовозный поезд, спуско-подъемное сооружение);
- 27 цеховых бригад.

Влияние ледостава было учтено в имитационной модели посредством расписаний, которые ограничивают доступность определенных ресурсов на различных этапах строительства, включая:

- использование спуско-подъемного сооружения – на этапе спуска судна на воду;
- занятие достроечной набережной – на этапе выполнения достроечных и шефмонтажных работ; при этом, если ледостав начинается сразу после занятия судном набережной, достроечные и шефмонтажные работы на нем могут выполняться;
- ходовые испытания; при этом, если ледостав начинается сразу после начала ходовых испытаний, они могут выполняться. Что касается швартовных испытаний, выполняемых перед ходовыми, то они выполняются у достроечной набережной и для них отдельное расписание не формируется.

В модели были приняты следующие ориентировочные длительности указанных этапов в зависимости от типа и водоизмещения судна:

- спуск судна – до 8 ч;
- достроечные работы – до 3 мес;
- шефмонтажные работы – до 10 дней;
- швартовные испытания – до 7 дней;
- ходовые испытания – от 1 до 3 мес.

Производственная программа для выполнения имитационных экспериментов формировалась из заказов трех проектов – 3265, 005RSD03 и ССа5712LS (рис. 2).

Судно пр. 3265 – обстановочное судно для обслуживания внутренних водных путей и акваторий портов. Класс судна Российского морского регистра судоходства М 3,0 (лед 30) А. Длина судна наибольшая – 40,0 м, ширина наибольшая – 9,6 м, осадка – 1,8 м, автономность не менее 7 сут, пассажировместимость – 84 чел. [3].

Судно пр. 005RSD03 «Карелия» – сухогруз смешанного (река-море) и морского районов плавания [4]. Предназначено для перевозки генеральных, навалочных, зерновых, лесных и крупногабаритных грузов, контейнеров международного стандарта. Класс судна Российского морского регистра судоходства КМ*ЛУ2 1 ПСПАЗ. Длина судна габаритная – 108,3 м, ширина габаритная – 16,7 м, осадка – 5,0 м, автономность – 20 сут, дедвейт – 5470 т. Экипаж составляет 9 чел.

Судно пр. ССа5712LS – краболов (краболов-живовоз) [5]. Класс судна КМ Ice2 AUT3 (REF) Fishing Vessel Российского морского регистра судоходства. Длина судна – 57,7 м, ширина – 12,6 м, осадка – 4,8 м, автономность – 40 сут, дедвейт – 1200 т. Экипаж составляет 24 чел. Судно может перевозить до 120 т живого краба. Район эксплуатации – неограниченный.



Проект 3265



Проект 005RSD03



Проект ССа5712LS

Рис. 2. Заказы производственной программы

В качестве исходной информации для создания имитационной модели строительства заказов были использованы данные, полученные с предприятия при выполнении договора (№ 14668 от 01.08.2019) с ФГБОУ ВО «СПбГМТУ» на выполнение изыскательских и проектных работ по объекту «Строительство, реконструкция и техническое перевооружение (глубокая модернизация) производственных мощностей АО «Онежский судостроительно-судоремонтный завод».

Состав исходных данных, сформированных на основе проектной документации [6, 7], включал:

- генплан предприятия с экспликацией;
- планировку производственных участков в составе нового блока корпусных цехов и состав технологического оборудования, задействованных при строительстве заказов;
- характеристики построечных мест (длина, ширина, крановое оснащение) и достроечных набережных (длина, крановое оснащение);
- перечень, численность и специализацию бригад, задействованных при строительстве заказов;
- данные по режиму (сменности) работы производства в целом, а также участков корпусообработывающего, сборочно-сварочного (включая очистку и окраску секций), корпусостроительного и механомонтажного производств;
- разбивку корпусов заказов на сборочные единицы (секции и блоки, крупные фундаменты) с их массогабаритными характеристиками;
- данные по разбивке заказов на строительные районы (перечень и список помещений в них входящих), помещения (перечень и список сборочных единиц, их образующих);
- номенклатуру и характеристики крупногабаритного оборудования в составе заказов (с привязкой к судовым помещениям);
- плановые сроки строительства заказов пр. 3265, 005RSD03, ССа5712LS, а также серии заказов пр. ССа5712LS;
- принципиальную технологию строительства заказов, последовательность формирования их корпусов на построечном месте, определенную в соответствии с принятой технологией;
- статистику по длительности операций транспортировки секций и блоков, крупного оборудования, выполняемых посредством кранового и транспортного оборудования (перечень и характеристики такого оборудования);
- статистику по длительности операций резки металла, окраски секций, сборки секций и блоков, монтажа основного крупногабаритного оборудования;
- данные по трудоемкости постройки заказов (с разбивкой по видам производств);

– схемы материальных потоков между основными производствами, а также внутри отдельных производств.

В связи с частичным отсутствием реальной производственной статистики длительности отдельных технологических операций были приняты в модели на основе данных организационно-технологического проекта [6, 7]. Например, были приняты следующие усредненные длительности технологических процессов:

- изготовления плоской секции на линии – 54 ч;
- изготовления криволинейной секции на линии на постели – 70 ч;
- формирования блока на участке – 198 ч;
- окраски и сушки секции – 48 ч;
- стыковки двух блоков на открытом стапеле – 112 ч.

Для описания механомонтажных работ в состав разбивки заказов было включено только крупногабаритное оборудование, включая:

- главный двигатель;
- дизель-генераторы (основные и вспомогательные);
- винторулевые колонки (для сухогруза);
- морозильную установку (для краболова);
- палубный кран (для краболова).

Трудоемкость работ по монтажу мелкого оборудования и трубопроводов была учтена в трудоемкости достроечных работ.

В качестве инструментальной среды для разработки имитационной модели строительства заказов было применено специализированное приложение АС «Сириус» 2.0 [8]. Приложение создано специалистами АО «ЦТСС» и ООО «Элина-Компьютер» (Казань) на базе отечественного симуляционного ядра GPSS World Core.

На первом этапе была выполнена серия экспериментов с целью валидации созданной имитационной модели. В рамках каждого из экспериментов серии моделировалось строительство единичного заказа или серии заказов.

В качестве вариантов производственной программы для проведения первой серии экспериментов были приняты:

- один краболов пр. ССа5712LS, плановая (контрактная) продолжительность постройки – 13 мес (с июня 2020 г. по июнь 2021 г.);
- одно обстановочное судно пр. 3265, плановая (контрактная) продолжительность постройки – 6 мес (с января 2020 г. по июнь 2020 г.);
- один сухогруз пр. 005RSD03, плановая (контрактная) продолжительность постройки – 10 мес (с января 2020 г. по октябрь 2020 г.);
- серия из 7 краболовов пр. ССа5712LS плановая (контрактная) продолжительность постройки – 64 мес (с января 2020 г. по ноябрь 2024 г.).

Первая серия экспериментов.

Эксперимент № 1. Выполнение расчета на имитационной модели для определения сроков строительства производственной программы, состоящей из одного заказа пр. ССа5712LS с учетом ледостава.

Эксперимент № 2. Выполнение расчета на имитационной модели для определения сроков строительства производственной программы, состоящей из одного заказа пр. 3265 с учетом ледостава.

Эксперимент № 3. Выполнение расчета на имитационной модели для определения сроков строительства производственной программы, состоящей из одного заказа пр. 005RSD03 с учетом ледостава.

Сводные результаты экспериментов № 1-3 приведены в табл. 1 и на рис. 3.

Таблица 1. Сводные результаты экспериментов №1, №2 и №3

Заказ	Длительность постройки, дней		Разница	
	Плановая (контрактная)	Модельная (с учетом ледостава)	дней	%
Краболов пр. ССа5712LS	390	408	18	4,6
Обстановочное судно пр. 3265	180	198	18	10,0
Сухогруз пр. 005RSD03	300	306	6	2,0

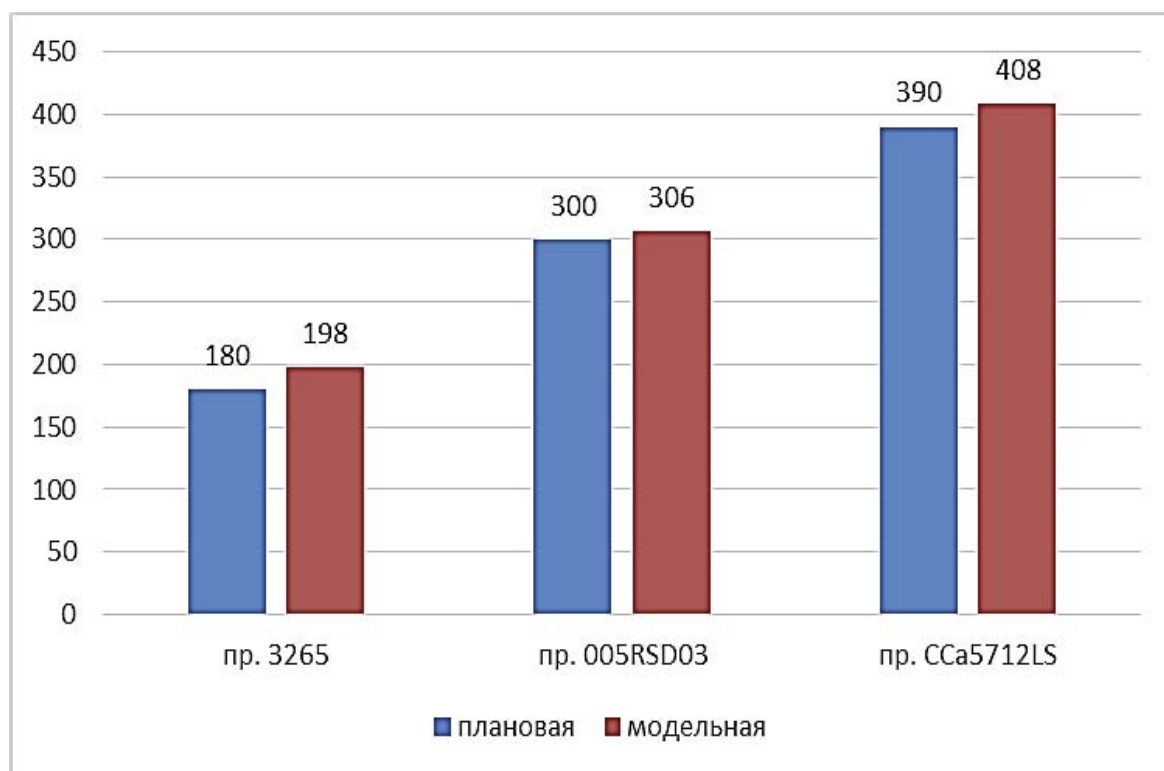


Рис. 3. Сравнение длительностей постройки заказов (эксперименты №1, №2 и №3)

Эксперимент № 4. Выполнение расчета на имитационной модели для определения сроков строительства производственной программы, состоящей из семи заказов пр. ССа5712LS с учетом ледостава.

Результаты эксперимента № 4 приведены в табл. 2 и на рис. 4.

Анализ результатов экспериментов № 1–4 показал, что расхождение полученных модельных сроков с плановыми сроками строительства отдельных заказов и серии заказов составляет не более 10 %, а для программы из семи краболовов не более 5 % (при этом имеются расхождения по срокам как в сторону увеличения, так и уменьшения от плановых). По мнению авторов разработанные имитационные модели являются валидными и пригодными для проведения второго этапа экспериментов.

Таблица 2. Результаты эксперимента № 4

Заказ	Длительность постройки, дней		Разница	
	Плановая (контрактная)	Модельная (с учетом ледостава)	дней	%
Краболов пр. ССа5712LS (1-й заказ)	1020	934	-86	-8,4
Краболов пр. ССа5712LS (2-й заказ)	1140	1270	130	11,4
Краболов пр. ССа5712LS (3-й заказ)	1230	1546	316	25,7
Краболов пр. ССа5712LS (4-й заказ)	1170	1496	326	27,9
Краболов пр. ССа5712LS (5-й заказ)	1200	1491	291	24,3
Краболов пр. ССа5712LS (6-й заказ)	1320	1564	244	18,5
Краболов пр. ССа5712LS (7-й заказ)	1290	1575	285	22,1
Серия краболовов в целом	1920	2031	111	5,8

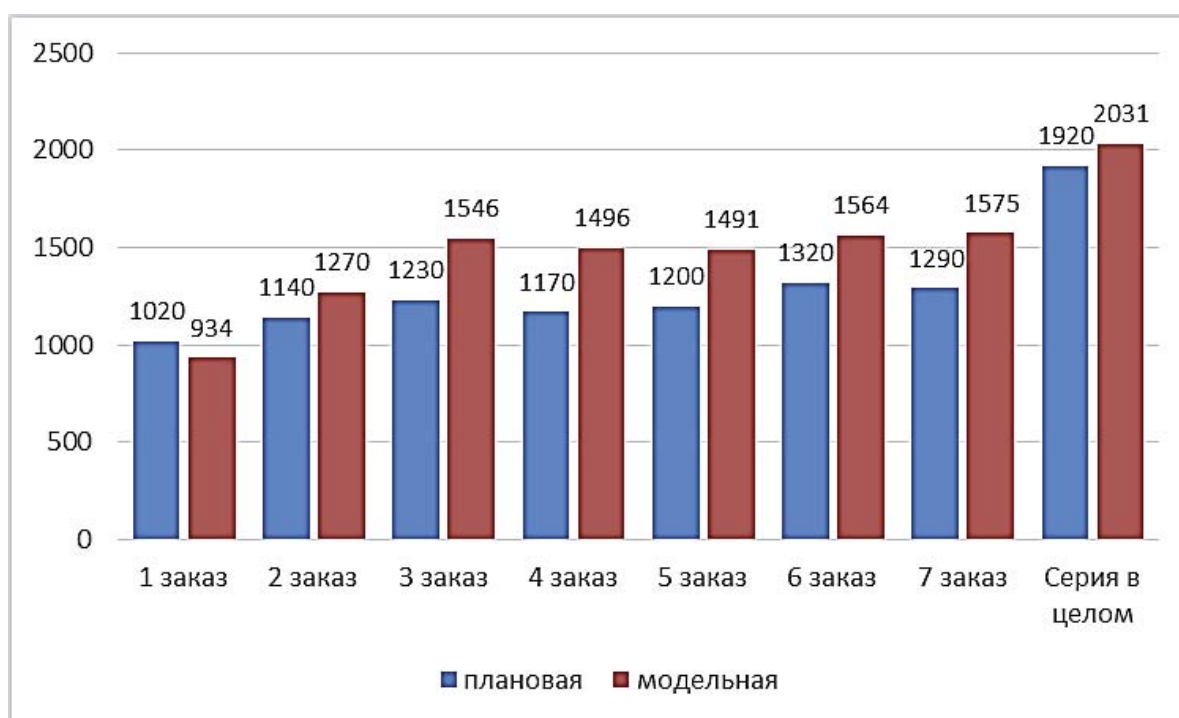


Рис. 4. Сравнение длительностей постройки серии из семи заказов пр. ССа5712LS (без учета и с учетом ледостава)

На втором этапе была выполнена серия экспериментов с целью оценки влияния ледостава на выполнение комплексной программы. В эксперименте № 5 являлся оценивалось влияние ледостава на длительность выполнения производственной программы, а в эксперименте № 6 – влияние фактора «глобального потепления», сокращающего период ледостава на один месяц.

В качестве производственной программы для проведения экспериментов № 5 и

№ 6 была принята условная программа на период с 2020 по 2025 г., включающая:

- одно обстановочное судно пр.3265, плановые (контрактные) сроки постройки – 9 мес (с сентября 2020 г. по июнь 2021 г.);
- серию из семи краболовов пр. ССа5712LS, плановые (контрактные) сроки постройки – 58 мес (с января 2020 г. по октябрь 2024 г.);
- серию из двух сухогрузов пр. 005RSD03, плановая (контрактная) продолжительность постройки – 14 мес (с июля 2024 г. по сентябрь 2025 г.).

Эксперимент № 5. Выполнение расчета на имитационной модели для определения сроков строительства производственной программы, состоящей из десяти заказов, с учетом ледостава.

Эксперимент № 6. Выполнение расчета на имитационной модели с условиями, аналогичными эксперименту № 5, но при «укороченном» периоде ледостава (с 18 декабря по 9 апреля).

Результаты экспериментов № 5 и № 6 приведены в табл. 3 и 4 соответственно, а сводные результаты – на рис. 5. Список заказов приведен в таблицах в соответствии с последовательностью запуска в производства.

Таблица 3. Результаты эксперимента № 5

Заказ	Длительность постройки, дней		Разница	
	Плановая (контрактная)	Модельная (с учетом ледостава)	дней	%
Краболов пр. 005RSD03 (1-й заказ)	1020	1088	68	6,7
Краболов пр. 005RSD03 (2-й заказ)	1200	1317	117	9,8
Краболов пр. 005RSD03 (3-й заказ)	1290	1547	257	19,9
Обстановочное судно пр. 3265	270	293	23	8,5
Краболов пр. 005RSD03 (4-й заказ)	1290	1814	524	40,6
Краболов пр. 005RSD03 (5-й заказ)	1320	1828	508	38,5
Краболов пр. 005RSD03 (6-й заказ)	1410	1788	378	26,8
Краболов пр. 005RSD03 (7-й заказ)	1380	1897	517	37,5
Сухогруз пр. 005RSD03 (1-й заказ)	330	506	176	53,3
Сухогруз пр. 005RSD03 (2-й заказ)	330	388	58	17,6
Программа в целом	2100	2353	253	12,0

Таблица 4. Результаты эксперимента № 6

Заказ	Длительность постройки, дней		Разница	
	Плановая (контрактная)	Модельная (с учетом «сокращенного» ледостава)	дней	%
Краболов пр. 005RSD03 (1-й заказ)	1020	1088	68	6,7
Краболов пр. 005RSD03 (2-й заказ)	1200	1317	117	9,8
Краболов пр. 005RSD03 (3-й заказ)	1290	<u>1531*</u>	<u>241*</u>	<u>18,6*</u>
Обстановочное судно пр. 3265	270	<u>287*</u>	<u>17*</u>	<u>6,3*</u>
Краболов пр. 005RSD03 (4-й заказ)	1290	1814	524	40,6
Краболов пр. 005RSD03 (5-й заказ)	1320	1828	508	38,5
Краболов пр. 005RSD03 (6-й заказ)	1410	1788	378	26,8
Краболов пр. 005RSD03 (7-й заказ)	1380	1869	517	37,5
Сухогруз пр. 005RSD03 (1-й заказ)	330	506	176	53,3
Сухогруз пр. 005RSD03 (2-й заказ)	330	388	58	17,6
Программа в целом	2100	<u>2325*</u>	<u>225*</u>	<u>10,7*</u>

* Подчеркнутые значения указывают на различие по сравнению с аналогичными данными эксперимента № 5.

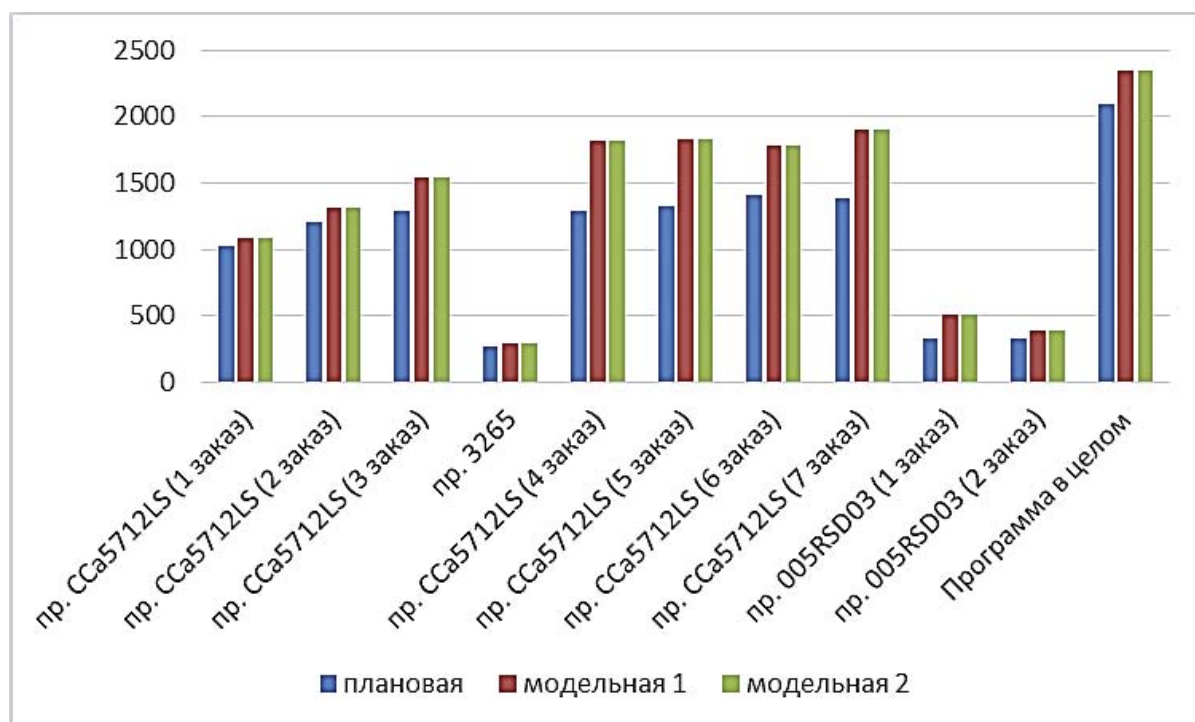


Рис. 5. Сравнение длительностей постройки производственной программы (до и после сокращения длительности периода ледостава)

Анализ результатов эксперимента №5 показал, что фактор ледостава оказывает значительное влияние на длительность постройки заказов. Для отдельных заказов длительность постройки с учетом конкуренции от одновременно строящихся заказов может возрасти более чем на 50 % по сравнению с контрактными сроками. При этом расхождение с контрактными сроками по программе в целом составит не более 12 %.

Анализ результатов эксперимента №6 показал, что фактор глобального потепления с учетом прогнозов на ближайшие сто лет значительного влияния на сроки строительства за счет сокращения времени периода ледостава не оказывает. В конкретном эксперименте сокращение периода ледостава на один месяц привело к сокращению срока строительства всей программы на 28 дней, т.е. наблюдается линейная зависимость. При этом влияние данного фактора на сроки постройки было выявлено только в отношении двух заказов из десяти.

Выводы

Выполненное исследование показало, что в составе инструментальных средств для разработки имитационных моделей судостроительных предприятий и проверки выполнимости производственных программ целесообразно иметь отдельную базу данных со статистикой ледостава по годам, включая прогнозные показатели на несколько лет вперед. Эта статистика должна быть отдельно для каждого судостроительного предприятия. Такие данные должны автоматически учитываться в расчетах на имитационных моделях конкретных верфей, что, несомненно, повысит точность планирования работ и прогнозирования выполнимости перспективных производственных программ. А имитационные модели, в свою очередь, должны в перспективе стать частью информационной структуры современных судостроительных предприятий и интегрироваться с внедряемыми на них программными решениями [9,10].

Ледостав остается важным фактором для предприятий судостроительной отрасли России, особенно в арктических и сибирских регионах. Однако сочетание гибкого планирования хода строительства, технологических мероприятий, инфраструктурных инвестиций и климатических изменений постепенно снижает его значимость. Скажем, намечившееся потепление в арктических регионах постепенно сокращает продолжительность ледостава, что в долгосрочной перспективе может смягчить его влияние на судостроение.

Кроме того, учет фактора «ледостава» крайне актуален при решении задачи моделирования процессов функционирования и системы кооперационных связей группы предприятий в рамках так называемой «распределенной» верфи.

Реализация принципа «территориально распределенной» верфи наравне с цифровой трансформацией судостроительных предприятий соответствует основным тенденциям развития российского судостроения [11].

Опыт создания таких верфей существовал еще в советское время. Примером является Астраханское судостроительное производственное объединение (АСПО), которое объединяет три производственные площадки: АСПО Головная верфь и АСПО Площадка №3, находящихся в Астрахани, и завод АСПО «Лотос», расположенный в г. Нариманов в 45 км от Астрахани [11].

Из подобных проектов, реализуемых или планируемых к реализации в последние годы, можно упомянуть:

- создание специализированной верфи «Арктика - шельф» [12];
- объединение четырех площадок для постройки серии обстановочных судов пр. 3052 – в Благовещенске на «Благоверфи», в Томской области на Самусьском ССЗ, на Жигаловской ремонтно-эксплуатационной базе Байкало-Селенгинского района и верфи «Р-Флот» в Нижегородской области [13];
- реализация проекта по освоению месторождения Каменномысское-море [14];

– реализация постройки балкеров DWt 40 и 60 тыс. т в Южном регионе России при участии четырех верфей АО «ОСК»: АО ЮЦСС», АО СЗ «Море», АО «СМЗ» и ООО «Ремкор» [15];

– создание Северо-Западного судостроительного кластера [16].

Создание подобных групп предприятий является одним из приоритетов развития регионов России и реализации Стратегии развития судостроительной промышленности на период до 2035 г. [17]. При осуществлении этих проектов могут быть востребованы программные средства, позволяющие выполнять прогнозное моделирование системы взаимодействия групп предприятий при реализации производственных программ с учетом фактора ледостава. При этом необходимо также учитывать территориальное размещение отдельных предприятий в составе таких групп и различие в периодах ледостава в районе каждого из предприятий, а также на маршрутах логистических цепочек, по которым осуществляется транспортировка сборочных единиц между предприятиями группы для формирования конечного изделия.

Литература

1. Ледостав / 33509 // Большой энциклопедический словарь / Гл. ред. А.М. Прохоров. – 1-е изд. – М.: Советская энциклопедия, 1991. – ISBN 5-85270-160-2.
2. **Здоровеннова Г.Э., Здоровеннов Р.Э., Пальшин Н.И., Ефремова Т.В.** Сезонная и межгодовая изменчивость температуры воды в Петрозаводской губе Онежского озера // Известия Русского географического общества, 2023, Т. 155, № 3-4. С.47-61.
3. <https://aoecs.ru/proekty-centra/suda-specialnogo-naznachenii/obstanovocnoe-sudno-klassa-m30-led30-a-proekta-3265> (дата обращения 04.09.2025).
4. https://www.korabel.ru/news/comments/proekt_005rsd03_kareliya.html (дата обращения 04.09.2025).
5. <https://fleetphoto.ru/projects/8381/> (дата обращения 04.09.2025).
6. ГКЛИ.3210-623-2019. Строительство, реконструкция и техническое перевооружение (глубокая модернизация) производственных мощностей АО «Онежский судостроительно-судоремонтный завод». Основные принципиальные технологические решения. СПб.: АО «ЦТСС», 2019.
7. ГКЛИ.3210-624-2019. Строительство, реконструкция и техническое перевооружение (глубокая модернизация) производственных мощностей АО «Онежский судостроительно-судоремонтный завод». Укрупненная маршрутная технология. СПб.: АО «ЦТСС», 2019.
8. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2018614213 от 03.04.2018 г. Приложение для автоматизированной генерации имитационных моделей, их хранения и проведения экспериментов (АС «Сириус» 2.0). Правообладатель – АО «Центр технологии судостроения и судоремонта».
9. ОССЗ получит средства на внедрение системы управления судостроением и судоремонтом // Интернет ресурс <https://sudostroenie.info/novosti/38159.html> (дата обращения 02.09.2025).
10. **Долматов М.А., Плотников А.М.** Особенности разработки и внедрения имитационных моделей функционирования производственных систем судостроительных предприятий // Десятая всероссийская научно-практическая конференция по имитационному моделированию и его применению в науке и промышленности «Имитационное моделирование. Теория и практика» (ИММОД-2021). Труды конференции (электронное издание) / Ред. А.М. Плотников, М.А. Долматов, СПб., 2021. С. 183-186.

11. **Красильников А.Б.** К вопросу исследования тенденций современного российского судостроения // «Прогрессивная экономика», Международный научно-исследовательский журнал. 2024, № 12. DOI: 10.54861/27131211_2024_12_211, С. 211-221.
12. **Бородин В.В., Васьков Н.Н., Калистратов Н.Я., Ларионов А.В., Никитин В.С., Попов В.М., Русанов А.В.** О создании и развитии специализированной верфи «Арктика – шельф» // Арктика и Север. 2014. № 17. С. 6-27.
13. Обстановочные суда 3052 – изменения с учетом опыта // Морской флот. 2021, №3. С. 18-20.
14. **Крайнева О.В., Бурков Д.В., Губайдуллин М.Г., Крайнев В.Г., Артюшенко А.В.** Реализация проектов по освоению углеводородов в ледовых условиях арктического шельфа // Проектирование и разработка нефтегазовых месторождений. 2023, № 3. С. 4-12.
15. **Ляшенко С.М., Нейман Г.Р., Шляпникова О.А., Шкодин А.Д.** Строительство крупнотоннажных судов. Метод распределенной верфи // Морская наука и техника. Научно - технический журнал. 2024, спец. вып. № 11, февраль. С.34-38.
16. **Торопчин А.И., Аранович В.Ю., Александров Е.В.** Создание Северо-Западного судостроительного кластера и модернизация производственных мощностей его потенциальных участников в обеспечение реализации. Стратегии развития судостроительной промышленности на период до 2035 г. // Судостроение. 2021, №6.
17. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 28.10.2019 г. №2553-р «Об утверждении Стратегии развития судостроительной промышленности на период до 2035 года» // СПС Консультант Плюс. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_336470/.