

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Санкт-Петербургский филиал
Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Институт океанологии им.П.П. Ширшова Российской академии наук



«УТВЕРЖДАЮ»

Директор СПбФ ИО РАН

А.А. Родионов

19 мая 2021 г.

ПОЛОЖЕНИЕ
об Уникальной научной установке СПбФ ИО РАН
«Лабораторно-испытательный комплекс»

1. Организационно-техническая структура на базе Уникальной научной установки «Лабораторно-испытательный комплекс», именуемая в дальнейшем УНУ, образована в помещениях Санкт-Петербургского филиала Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт океанологии им. П.П.Ширшова .
2. Местонахождение и почтовый адрес УНУ: г. Санкт-Петербург, В.О., 1-я линия, дом 30.
3. УНУ руководствуется в своей деятельности действующим законодательством Российской Федерации, нормативными правовыми актами организации.
4. Основным направлением деятельности УНУ является обеспечение на имеющемся оборудовании проведения исследований, а также оказания услуг исследователям и научным коллективам, как базовой организации, так и иным заинтересованным пользователям.
5. Целями и задачами УНУ являются:
 - 5.1. Обеспечение на современном уровне проведения исследований, а также оказание услуг (исследований, испытаний) на имеющемся научном оборудовании заинтересованным пользователям.
 - 5.2. Повышение уровня загрузки научного оборудования УНУ.
 - 5.3. Обеспечение единства и достоверности измерений при проведении научных исследований на оборудовании УНУ.
 - 5.4. Участие в подготовке специалистов и кадров высшей квалификации (студентов, аспирантов, докторантов) на базе современного научного оборудования УНУ.
 - 5.5. Реализация мероприятий программы развития УНУ.

6. Научные направления деятельности УНУ:

6.1. Проведение междисциплинарных исследований в следующих областях:

- Гидрофизика
- Гидроакустика
- Гидромеханика
- Гидрооптика
- Экология
- Взаимодействие в пограничных геофизических слоях
- Испытание и поверка научного оборудования

6.2. Основные направления оказания услуг в научно-технической сфере:

6.2.1. Проведение исследований:

- фундаментальных аспектов развития процессов внутреннего волнения при различных параметрах стратификации и фоновых течений;
- взаимодействия движущихся погруженных тел с фоновым внутренним волнением, течениями, фронтальными разделами;
- фундаментальных аспектов эволюции вихревых структур во вращающейся стратифицированной жидкости;
- транспорта взвешенного вещества, биогенов, импульса и тепла вихревыми структурами;
- прохождения звука из воды в воздух;
- прохождения звука из воздуха в воду;
- отражения звука от водной поверхности при нахождении излучателя в воде;
- отражения звука от водной поверхности при нахождении излучателя в воздухе;
- отражения звука от донной поверхности.
- звукорассеивающих свойств неровных поверхностей, выполненных из различных материалов;
- поглощения звука при прохождении через преграды, выполненные из различных материалов;
- отражающих свойств объектов различной формы и материала изготовления;
- отражающих свойств биологических объектов (рыб);
- акустических характеристик звукопоглощающих материалов;
- акустических характеристик воздушных пузырьков;
- методов формирования и излучения гидроакустических сигналов;
- методов приёма гидроакустических сигналов;
- обтекания погруженных тел различной конфигурации во вращающейся стратифицированной жидкости;
- эффектов возникающих при обтекании гидротехнических сооружений.

6.2.2. Проведение испытаний:

- оптических измерительных систем мониторинга Мирового океана;
- подводной автономной роботизированной техники;
- оптических измерительных систем.

6.2.3. Проведение измерений:

- чувствительности гидрофонов;
- чувствительности гидроакустических излучателей;
- характеристик направленности гидрофонов;
- характеристик направленности гидроакустических излучателей;
- характеристик направленности макетов приёмных гидроакустических антенн;
- характеристик направленности макетов излучающих гидроакустических антенн.

6.2.4. Регистрация:

- шумоизлучения макетов подводных техногенных объектов;
- сигналов биологических объектов (рыб).

6.2.5. Изучение вклада процессов внутреннего волнения в перемешивание вод.

6.2.6. Проверка измерителей температуры, электропроводности, давления, течений, рН, растворенного кислорода, обратного рассеяния, мутности, ослабления света в воде.

6.2.7. Физическое моделирование функционирования макетов гидроакустических устройств различного назначения.

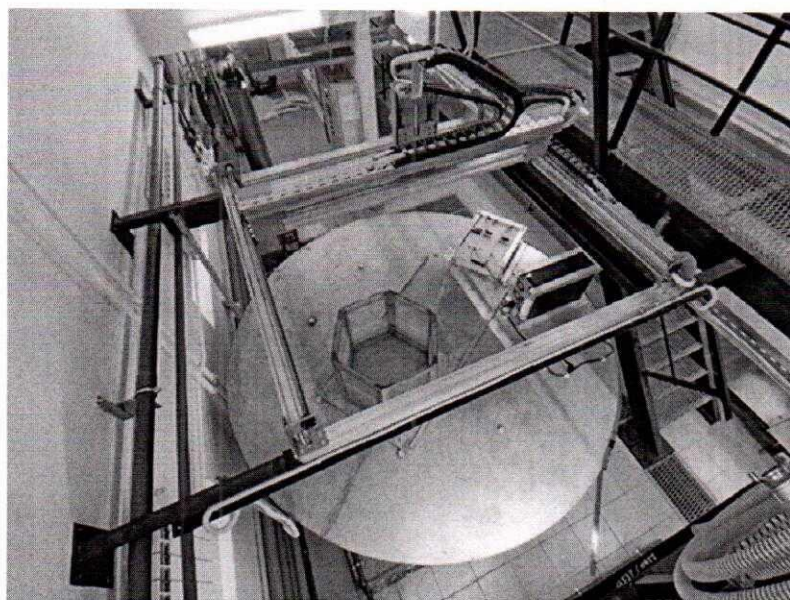
7. Оборудование УНУ:

7.1. Вращающийся стратифицированный бассейн

Вращающийся стратифицированный бассейн (рисунок) с рабочим объёмом 0.8 м³ предназначен для выполнения экспериментальных исследований динамических процессов с учетом вращения Земли и сложных геоморфологических условий прибрежных акваторий и морского шельфа.

Бассейн может использоваться для изучения динамики и структуры вихрей в однородной, многослойной (с несмешивающимися и смешивающимися компонентами) и непрерывно стратифицированной соевым раствором жидкости, а также динамики переноса твердотельных и жидких маркеров в вихревых течениях в широком диапазоне уровней базовой завихренности потока.

Бассейн располагается на поворотном столе, управляемом компьютером, и включает в себя систему сбора и обработки данных, координатное устройство и измерительное оборудование. В стенки бассейна вмонтированы оптические стекла. Характеристики бассейна приведены в таблице.



Крепление бассейна к поворотному столу предусматривается с помощью салазок. Конструкция салазок позволяет смещать бассейн относительно центра вращающегося стола. Максимальная величина смещения от центра стола составляет 360 мм, общий ход — 720 мм. На поворотном столе размещена аппаратура для автономного и бесперебойного питания для подключения исследовательского оборудования.

Для создания стратифицированной среды вращающийся бассейн послойно заполняется раствором соли различной концентрации. Для подготовки растворов соли различной концентрации предусматривается система подготовки солевых растворов, включающая узел приготовления раствора соли различной концентрации. Плотность солевого раствора определяется с помощью кондуктометрического датчика.

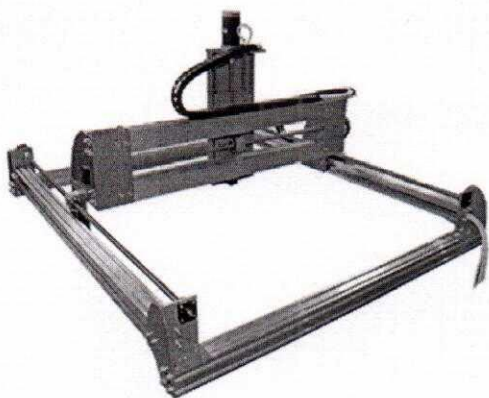
Заполнение бассейна осуществляется послойно в ламинарном режиме. Количество и плотность слоев солевых растворов зависит от методики исследования. Приготовленный раствор необходимой плотности подается непосредственно в объем вращающегося бассейна.

Автоматизированная система линейного перемещения

Назначение — перемещение стойки с датчиками в бассейне, заполненном водой по осям X, Y, Z.

Материал	Сталь/алюминий
Количество систем перемещения	1
Пределы перемещения по осям	
перемещение по X, мм	1200
перемещение по Y, мм	1200
перемещение по Z, мм	120
Вращение стойки с нагрузкой вокруг оси Z	Отсутствует
Тип и размер направляющих по X, Y	Профильный рельс GR 15
Тип передачи по X, Y/Z	Зубчатая рейка/ШВП
Тип привода	Шаговый двигатель 57HS76-3004

Максимальная скорость перемещения в водной среде, мм/мин	до 6000
-------------------------------------------------------------	---------



Автоматизированная система линейного перемещения

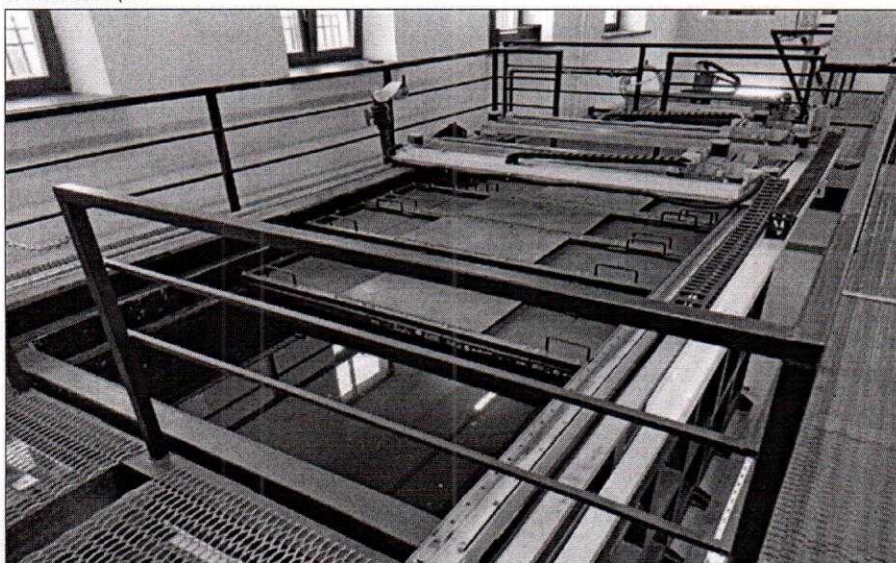
Контроль вертикальной стратификации осуществляется с помощью погружаемых в бассейн датчиков электропроводности и температуры. Точность определения электропроводности ± 0.005 мСм/см, температуры $\pm 0.005^\circ\text{C}$.

Фото- или видео регистрация картины течения ведется с помощью камер, устанавливаемых на столе одновременно сверху и сбоку.

Для измерения характеристик скорости течения используется оптический метод измерения мгновенных полей скорости в выбранном сечении потока. Импульсный лазер, установленный над бассейном, создает тонкий световой нож и освещает мелкие частицы, взвешенные в исследуемом потоке. Положения частиц выводятся на цифровые камеры. Скорость потока определяется расчетом перемещения, которое совершают частицы-трассеры.

7.2. Гидроакустический бассейн

Гидроакустический бассейн с рабочим объемом 14.4 куб.м. предназначен для исследования акустических явлений в жидкости. Характеристики бассейна приведены в таблице.



Акустический бассейн

Характеристика бассейна

№	Технологические показатели бассейна	Количественная характеристика
1	Тип бассейна	Опытный
2	Длина, м (внутренний габарит ванны бассейна)	4,0
3	Ширина, м (внутренний габарит ванны бассейна)	2,0
4	Глубина, м (внутренний габарит ванны бассейна)	2,2
5	Расчетная площадь зеркала воды, м ²	8,0
6	Объем бассейн, м ³	17,6
7	Среда	вода
8	Рабочее давление	под налив
9	Расчетное давление	гидростатическое
10	Рабочая температура среды	От 4 до 30°C
11	Режим работы	периодический
12	Расчетный срок службы, лет	20
13	Материал каркаса	Ст3 пс3

Система звукопоглощения

Для обеспечения звукопоглощения применена облицовка внутренней поверхности бассейна резиной гидроакустической НППРК-4ДУ-Б-Г.

Верхняя плоскость бассейна перекрывается сборной крышкой из гидроакустической резины той же марки. Элементы резины закреплены на металлические рамы с ручками. Крышки имеют ширину 40 см и укладываются вдоль короткой стороны бассейна. Опорой для крышек служат торцы листов резины внутренней облицовки бассейна.

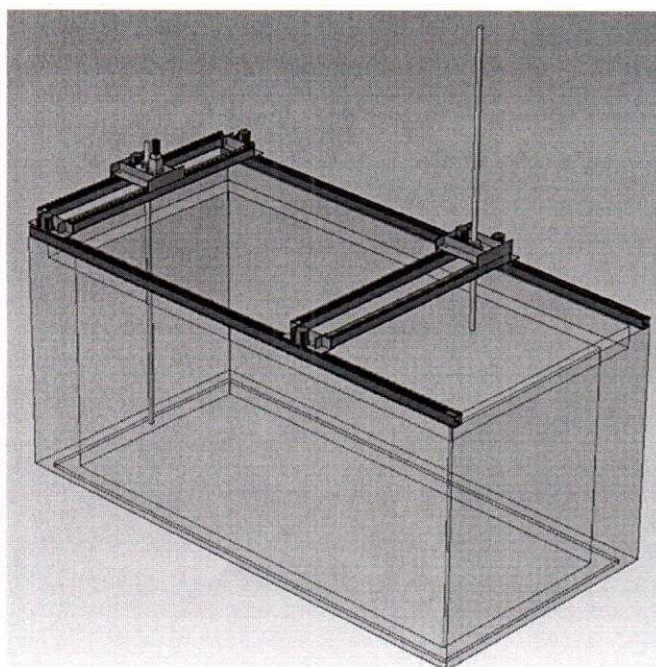
Автоматизированная система линейного перемещения

Автоматизированная система линейного перемещения обеспечивает закрепление измерительных излучателей и приемников и испытуемых образцов, перемещение их вдоль и поперек бассейна, вверх, вниз и вращение вокруг геометрической оси, а также отсчет и регистрацию значений текущих координат.

Технические характеристики:

Материал	Сталь
Количество систем перемещения	2
Пределы перемещения по осям	
перемещение по X, мм	3500
перемещение по Y, мм	1600
Вращение стойки с нагрузкой вокруг оси Z, система 1	не ограничено

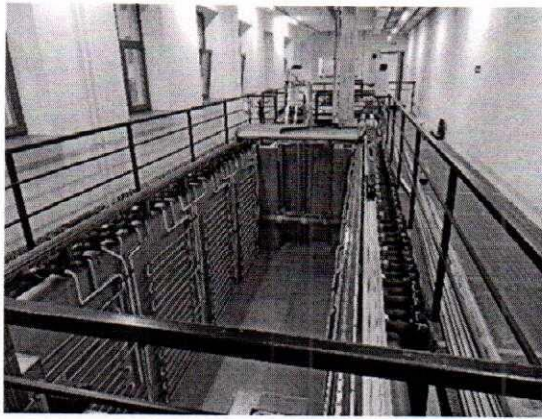
Вращение стойки с нагрузкой вокруг оси Z, система 2	Отсутствует
Тип и размер направляющих по X, Y	Профильный рельс 20мм
Тип передачи по X, Y	Зубчатая рейка
Тип привода	Шаговый двигатель NEMA34
Максимальная скорость перемещения в водной среде, мм/мин	до 10 000
Скорость перемещения в водной среде, мм/мин	3 000
Точность позиционирования, мм	± 5
Максимальный вес полезной нагрузки, кг	50



Автоматизированная система линейного перемещения

7.3. Гидрофизический бассейн

Гидрофизический бассейн предназначен для физического моделирования гидрофизических процессов, в глубине морской среды, на границах раздела «вода-воздух» и «вода-дно». В бассейне могут изучаться поверхностные и внутренние волны, взаимодействие волн между собой, взаимодействие внутренних волн с дном, а также различные аспекты турбулентности, возникающей в стратифицированной жидкости.

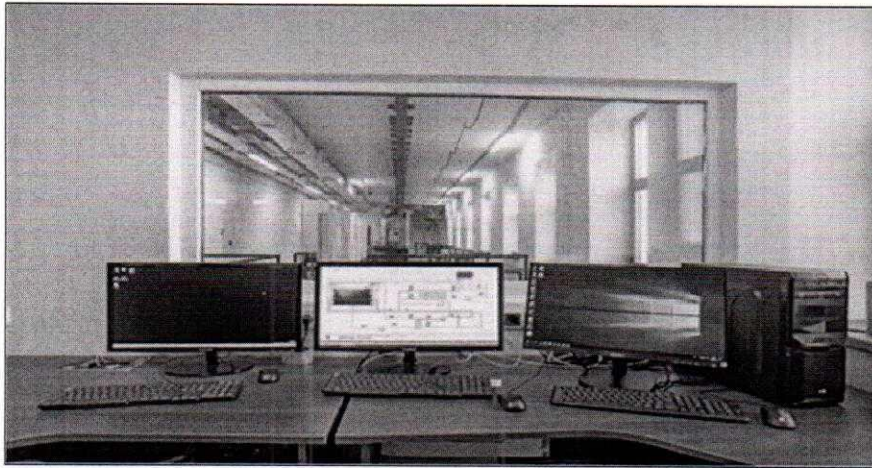


Характеристики бассейна

№	Технологические показатели бассейна	Количественная характеристика
1	Тип бассейна	Опытный
2	Длина, м (внутренний габарит ванны бассейна)	7,0
3	Ширина, м (внутренний габарит ванны бассейна)	2,0
4	Глубина, м (внутренний габарит ванны бассейна)	2,2
5	Расчетная площадь зеркала воды м ²	13,32
6	Объем бассейн м ³	29,3
7	Среда	вода
8	Рабочее давление	Под налив
9	Расчетное давление	Гидростатическое
10	Рабочая температура среды	От 4 до 30°C
11	Режим работы	Периодический
12	Расчетный срок службы, лет	20
13	Материал каркаса	Сталь нержавеющая

Технология системы подготовки бассейна

Основной задачей систем тепло- и холодоснабжения, является создание и поддержание вертикального изменения температуры в объеме бассейна для масштабного моделирования натурной стратификации воды по плотности. С этой целью в его объеме размещены теплообменные поверхности, набираемые из гибкой гофрированной нержавеющей трубы. Объем бассейна разделяется на три равные зоны по высоте. В каждой зоне предусматривается установка теплообменников с возможностью их подключения к «горячему» или «холодному» контурам. Источником теплоснабжения и холодоснабжения для теплообменников бассейна является водоохлаждаемая холодильная машина, установленная в техническом помещении. Греющие теплообменники подключаются к конденсаторному контуру холодильной машины, охлаждающие — к испарительному. Сброс избыточного тепла от конденсатора холодильной машины, не используемого для нагрева верхнего объема бассейна, осуществляется драйкулером. Управление пуском/остановкой чиллера предусматривается дистанционно с пультовой лабораторного комплекса (см. рисунок ___), и в автоматическом по достижению целевых температур слоев воды бассейна.



Пультовая лабораторного комплекса.

Также предусмотрено устройство интенсивного проточного нагрева/охлаждения объема бассейна. Для этого реализовано устройство контура, включающего в себя пластинчатый теплообменник (ТО), подключаемый к испарительному контуру чиллера через узел регулирования.

Генерация искусственного волнения

Для генерации в бассейне искусственного поверхностного волнения, с заданной амплитудой a и частотой f , предназначено специальное устройство – генератор искусственного волнения или волнопродуктор.

В качестве колеблющегося рабочего тела волнопродуктора использовано погруженное (полупогруженное) тело цилиндрической формы, колеблющееся у торцевой стенки бассейна в вертикальной плоскости. Амплитуда и частота волнения задается глубиной периодического вертикального погружения объема рабочего тела и соответственно величиной объема вытесненной жидкости, а также частотой самих погружений.

Частота (периодичность) вертикального погружения (всплытия) и соответственно частота волнопродуктора задается частотой вращения вала электродвигателя. Переход от вращательного движения вала электродвигателя к возвратно-поступательному движению тяги, связанной с колеблющимся на поверхности воды рабочим телом, осуществляется с помощью эксцентриситета кривошипно-шатунного механизма и подвижной шарнирной рамы качельного типа. Эксцентриситет — диск на валу двигателя со смещенной от основной продольной оси вала шарнирной точкой крепления тяги. Крепление тяги тела погружения возможно с переменной длиной тяги, с дискретными отверстиями. Величина смещения точки крепления тяги задает амплитуду колебаний рабочего тела и пропорционально амплитуде волнения.

Волногаситель

Для полного гашения или уменьшения отражения от набегающего на противоположную от волнопродуктора стенку бассейна волнения применено специальное устройство пассивного типа, моделирующее природные условия, аналогичные пологим береговым линиям. Набегающая волна по мере движения по наклонной плоскости постепенно уменьшает свою длину и увеличивает амплитуду вплоть до обрушения. Для повторения таких природных условий в бассейне искусственная пологая береговая линия

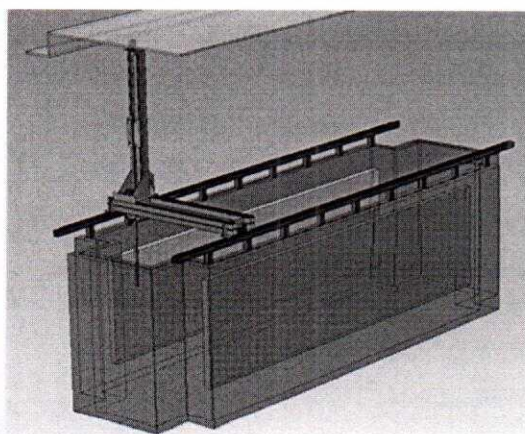
изготовлена в виде наклонной под углом к поверхности воды металлической рамы по всей ширине бассейна. Заполнение рамы — нержавеющая сетка. Рама имеет возможность изменения угла наклона и погружения относительно поверхности воды на случай существования крупного волнения или изменения уровня заполнения чаши бассейна. Своей твердой поверхностью волногаситель обеспечивает обрушение набегающего волнения, а «прозрачная» структура создает условие для «сквозного» протекания, индуцированного волнением приповерхностного течения.

Автоматизированная система линейного перемещения

Назначение — перемещение стойки с датчиками в бассейне, заполненном водой по осям X, Y, Z. Технические характеристики бассейна приведены в таблице.

Технические характеристики

Материал	Сталь
Количество систем перемещения	1
Пределы перемещения по осям	
перемещение по X, мм	6500
перемещение по Y, мм	1600
перемещение по Z, мм	1900
Вращение стойки с нагрузкой вокруг оси Z	Отсутствует
Тип и размер направляющих по X, Y	Профильный рельс 20 мм
Тип передачи по X, Y/Z	Зубчатая рейка/ШВП
Тип привода	Шаговый двигатель NEMA34
Максимальная скорость перемещения в водной среде, мм/мин	до 10 000
Скорость перемещения в водной среде, мм/мин	3 000
Точность позиционирования, мм	±5
Максимальный вес полезной нагрузки, кг	50



Датчики температуры

Для контроля за изменчивостью температуры стратификации применяются три набора цифровых датчиков температуры. Они реализованы в виде термокос. Две из них закреплены стационарно на противоположных торцах бассейна, а третья производит измерения в произвольно заданной точке, в которую перемещается с использованием автоматической системы перемещения. Диапазон измерения температуры от 0 до 100 °С, пределы допускаемой погрешности — $\pm 0,05$ °С; цена единицы наименьшего разряда выходного кода — не более 0,015 °С.

Предусмотрено устройство комплекса водоподготовки для заполнения бассейнов в составе:

- фильтр грубой очистки;
- система удаления мутности и обезжелезивания;
- фильтр тонкой очистки;
- стерилизатор.

Цифровая модель бассейна – модульная платформа для организации взаимодействия различных моделей (термогидродинамических, турбулентности и т.п.) для изучения волновых и конвективных процессов в стратифицированной среде.

Модульная платформа организована на основе вычислительного пакета Open FOAM, (Open Source Field Operation And Manipulation CFD Tool Box).

8. Финансирование деятельности на УНУ осуществляется СПбФ ИО РАН, в том числе в рамках выполнения государственных контрактов, направленных на выполнение работ по развитию УНУ.

9. УНУ использует средства для достижения целей и решение задач, предусмотренных настоящим Положением.

10. Организация деятельности на УНУ:

10.1. Руководство деятельностью на УНУ осуществляет директор СПбФ ИО РАН или иное лицо назначенное по его решению.

10.2. Структура и штатное расписание на УНУ утверждается директором СПбФ ИО РАН.

11. Порядок обеспечения проведения научных исследований и оказания услуг определяет директор СПбФ ИО РАН в соответствии с действующим законодательством Российской Федерации, в том числе Гражданским кодексом Российской Федерации.

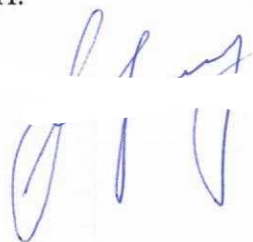
12. Услуги пользования научным оборудованием могут предоставляться как на возмездной, так и безвозмездной основе.

13. Проведение научных исследований и оказание услуг на возмездной основе заинтересованным пользователям осуществляется на основе договора между организацией-заказчиком и СПбФ ИО РАН.

14. Контроль за осуществлением деятельности на УНУ осуществляет директор СПбФ ИО РАН.

15. Прекращение деятельности УНУ осуществляется в установленном порядке на основании приказа директора СПбФ ИО РАН.

Заместитель директора



С.С.Тимофеев