

**Федеральное государственное автономное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Московский физико-технический институт  
(национальный исследовательский университет)»**

**УТВЕРЖДЕНО**  
**Проректор по учебной работе**

**А.А. Воронов**

	<b>Рабочая программа дисциплины (модуля)</b>
<b>по дисциплине:</b>	Английский язык для исследовательских целей
<b>по направлению:</b>	Прикладные математика и физика
<b>профиль подготовки:</b>	Радиотехника и компьютерные технологии Физтех-школа Радиотехники и Компьютерных Технологий департамент иностранных языков
<b>курс:</b>	3
<b>квалификация:</b>	бакалавр

Семестры, формы промежуточной аттестации:

5 (осенний) - Зачет

6 (весенний) - Дифференцированный зачет

Аудиторных часов: 120 всего, в том числе:

лекции: 0 час.

семинары: 120 час.

лабораторные занятия: 0 час.

Самостоятельная работа: 60 час.

Всего часов: 180, всего зач. ед.: 4

Количество контрольных работ, заданий: 4

Программу составили:

В.А. Авдеева, старший преподаватель

Е.М. Базанова, канд. пед. наук, доцент, доцент

А.В. Горизонтова, канд. ист. наук, доцент

А.С. Денисова, старший методист

О.В. Космодемьянская, старший методист

А.В. Ламзина, канд. филол. наук, доцент

А.И. Лыкова, старший методист

О.В. Маруневич, канд. филол. наук, доцент, доцент

А.А. Полонская, ассистент

Н.Л. Саввина, старший преподаватель

О.В. Шадрина, старший преподаватель

Н.В. Цыгулина, заместитель руководителя по учебно-методической работе

Программа обсуждена на заседании департамента иностранных языков 27.02.2025

## Аннотация

Рабочая программа дисциплины «Английский для исследовательских целей (English for Research Purposes)» предназначена для обучающихся, продолжающих изучение английского языка с уровня B1+/B2; B2+. В основе программы лежит принцип достаточности и необходимости учебного материала для достижения целей и задач обучения, а также принцип доступности учебного материала, чтобы соответствовать уровню обучающихся, их интересам и задачам и способствовать успешному усвоению материала. Длительность освоения дисциплины 1 год по 4 академических часа в неделю.

Программа направлена на научно-исследовательское направление развития языковых навыков, которое ставит своей целью изучение правил речевого поведения, овладение коммуникативными стратегиями и тактиками, риторическими, стилистическими и языковыми нормами и приемами для существования профессионального межкультурного общения в научной среде (составлять научные презентации, доклады, выступления перед академической профессионально-ориентированной аудиторией (экспертной аудиторией); развитие критического и аналитического чтения; накопление профессионального словаря (гlossария) по научной тематике; дальнейшее совершенствование языковых навыков и компетенций, позволяющих осуществлять профессиональную устную и письменную коммуникацию в области научной и научно-исследовательской деятельности; формирование навыков подбора, анализа и работы с письменными источниками научно-исследовательского содержания; умений пользоваться основными иноязычными библиографическими стандартами; способностью дифференцировать жанровые особенности текстов разных форматов научно-исследовательского характера; освоение процесса написания научной статьи (учебная версия), редактирования и подготовки статьи к публикации в научном журнале или тезисов для научной конференции.

Дисциплина предполагает следующие программные требования и виды промежуточной аттестации:

5 семестр – стартовый уровень B1+/B2; B2+ (зачет);

6 семестр – итоговый уровень B2/B2+; C1 (дифференцированный зачет).

## 1. Цели и задачи

### Цель дисциплины

Формирование и развитие социальных, деловых, межкультурных и профессионально-ориентированных коммуникативных компетенций по общеевропейской системе оценки уровня владения иностранным языком для решения коммуникативных задач в социально-бытовой, социокультурной, академической и профессионально-деловой сферах деятельности, а также для развития профессиональных и личностных качеств выпускников.

### Задачи дисциплины

Сформировать способность обучающегося языковыми средствами решать коммуникативные задачи в различных ситуациях межкультурного общения, осуществлять межличностное и профессиональное общение на иностранном языке с учётом особенностей культуры изучаемого языка, а также умение преодолевать межкультурные различия в ситуациях в ситуациях общебытового, социального и профессионального общения. Для достижения целей и задач освоения дисциплины, обучающиеся должны овладеть иноязычной общепрофессиональной коммуникативной компетенцией, включающей в себя:

Профессионально ориентированную читательскую компетенцию: способность к пониманию и обработке текстовой информации профессиональной направленности.

Лингвистическую компетенцию: способность в соответствии с нормами изучаемого языка правильно конструировать грамматические формы и синтаксические построения.

Социолингвистическую компетенцию (способность использовать и преобразовывать языковые формы в соответствии с ситуацией иноязычного общения).

Социокультурную компетенцию: способность учитывать в общении речевое и неречевое поведение, принятое в стране изучаемого языка.

Социальную компетенцию: способность взаимодействовать с партнерами по общению, владение соответствующими стратегиями.

Дискурсивную компетенцию (способность понять и достичь связности отдельных высказываний в значимых коммуникативных моделях)

Стратегическую компетенцию: умение пользоваться наиболее эффективными стратегиями при решении коммуникативных задач.

Предметную компетенцию: знание предметной информации при организации собственного высказывания или понимания высказывания других людей.

Прагматическую компетенцию: умение выбирать наиболее эффективный и целесообразный способ выражения мысли в зависимости от условий коммуникативного акта и поставленной задачи.

## 2. Перечень формируемых компетенций

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
УК-3 Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде	УК-3.1 Способен устанавливать разные виды коммуникации (учебную, научную, деловую, неформальную и др.)
	УК-3.2 Взаимодействует с другими членами команды для достижения поставленной задачи
УК-4 Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(ых) языке(ах)	УК-4.1 Демонстрирует умение вести обмен деловой информацией в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и не менее чем на одном иностранном языке
	УК-4.2 Использует современные информационно-коммуникативные средства для коммуникации
УК-5 Способен осмысливать культурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском аспектах	УК-5.1 Знает основные категории философии, законы исторического развития, основы межкультурной коммуникации
	УК-5.2 Имеет представление о системах этических и интеллектуальных ценностей и норм, их значении в истории общества

## 3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны знать:

- особенности видов речевой деятельности на английском языке;
- основные фонетические, лексические и грамматические явления и структуры, используемые в устной и письменной речи при общении на английском языке, их отличие от родного языка для аргументированного и логичного построения высказываний, позволяющих использовать изучаемый язык в повседневной, академической, научной, деловой и профессиональной коммуникации;
- межкультурные различия, культурные традиции и реалии, языковые нормы, социокультурные особенности поведения и речевого этикета страны изучаемого языка при устной и письменной межличностной коммуникации, межкультурном общении;
- виды коммуникативных намерений, соотношение коммуникативных намерений с замыслом и целью речевой коммуникации, типовые приемы и способы выражения коммуникативных намерений на английском языке в устной и письменной речи, принципы понимания коммуникативных намерений собеседников;
- особенности иноязычной академической коммуникации, приемы извлечения и сообщения иноязычной информации в академических целях;
- основы организации письменной коммуникации, типы коммуникативных задач письменного общения и функции письменных коммуникативных средств;
- специфику использования вербальных и невербальных средств в ситуациях иноязычной коммуникации;
- риторические приемы, используемые в различных видах коммуникативных ситуаций;
- виды и особенности письменных текстов и устных выступлений, общее содержание сложных текстов на абстрактные и конкретные темы, особенности иноязычных аутентичных текстов, универсальные закономерности структурной организации текста, в том числе узкоспециальных текстов;
- правила использования различных технических средств с целью поиска и извлечения иноязычной информации, основные правила определения релевантности и надежности иноязычных источников, анализа и синтеза информации;
- мировые достижения, открытия, события из области истории, культуры, политики, социальной жизни;
- общие формы организации групповой работы; особенности поведения и интересы других участников; основы стратегического планирования работы команды для достижения поставленной цели;
- стандартные типы коммуникативных задач, цели и задачи деловых переговоров, социокультурные особенности ведения деловых переговоров, коммуникативно-прагматические и жанровые особенности переговоров;
- основные виды, универсальные правила, нормы официальных и деловых документов, особенности их стиля и оформления деловой переписки;
- базовую лексику и терминологию для академического, научного и профессионального общения.

уметь:

- понимать и использовать языковые средства во всех видах речевой деятельности на английском языке;
- вести на английском языке в различных сферах общения: обиходно-бытовых, социально-культурных, общественно-политических, профессиональных;
- соблюдать речевой этикет в ситуациях повседневного и делового общения (устанавливать и поддерживать контакты, завершать беседу, запрашивать и сообщать информацию, побуждать к действию, выражать согласие/несогласие с мнением собеседника, просьбу);
- устно реализовать коммуникативное намерение с целью воздействия на партнера по общению начинать, вести/поддерживать и заканчивать диалог-расспрос об увиденном, прочитанном, диалог-обмен мнениями и соблюдая нормы речевого этикета, при необходимости используя стратегии восстановления сбоя в процессе коммуникации (переспрос, перефразирование и др.);
- письменно реализовывать коммуникативные намерения (информирование, запрос, просьба, согласие, отказ, извинение, благодарность);
- извлекать общую и детальную информацию при чтении аутентичных англоязычных текстов, в том числе научно-публицистических;
- сообщать информацию на основе прочитанного текста в форме подготовленного монологического высказывания (презентации по предложенной теме);
- понимать монологические и диалогические высказывания при непосредственном общении и в аудио/видеозаписи;
- понимать коммуникативные интенции полученных письменных и устных сообщений;
- развертывать предложенный тезис в виде иллюстрации, детализации, разъяснения;
- использовать современные информационные технологии для профессиональной деятельности, делового общения и саморазвития;
- передать на русском языке содержание англоязычных научных и публицистических текстов в сфере профессиональной деятельности;
- подбирать литературу по теме, составлять глоссарий, в том числе двуязычный, переводить и реферировать специальную литературу, подготавливать научные доклады и презентации на базе прочитанной специальной литературы, объяснить свою точку зрения и рассказать о своих планах;
- выбирать речевое поведение, тактики и стратегии в соответствии с целями и особенностями коммуникации;
- осуществлять устное и письменное иноязычное общение в соответствии со своей сферой профессиональной деятельности;
- учитывать особенности поведения и интересы других участников коммуникации, анализировать возможные последствия личных действий в социальном взаимодействии и командной работе, и с учетом этого строить продуктивное взаимодействие в коллективе;
- использовать приемы и принципы построения публичной речи для сообщения профессионально-ориентированного содержания на английском языке;
- распознавать и дифференцировать языковые и речевые явления, выделять основную и второстепенную информацию при чтении аутентичных текстов и восприятии речи на слух, использовать типовые средства устной и письменной коммуникации в межличностном общении; применять адекватные коммуникативные средства в стандартных ситуациях общения на профессионально-ориентированные темы;
- пользоваться графическими редакторами, создавать легко воспринимаемые наглядные материалы;
- описать графическую информацию (круговая гистограмма, таблица, столбиковый и линейный графики);
- написать короткую научно-исследовательскую статью по теме своего исследования;
- написать саммари, ревью, краткую статью-совет на предложенную тему;
- реферировать и аннотировать иноязычные профессиональные тексты;
- создавать деловую корреспонденцию с учетом социокультурных требований к внешней и внутренней формам текста и использованием типизированных речевых высказываний;
- уметь представлять результаты исследования в письменной и устной форме;
- подбирать литературу по теме, составлять профессионально-ориентированный иноязычный тезаурус;
- выполнять перевод профессиональных текстов с иностранного языка на государственный язык Российской Федерации с учетом лексико-грамматических и стилистических особенностей языка оригинала и языка перевода и стандартных способов решения коммуникативных задач в области профессиональной деятельности;
- применять информационно-коммуникативные технологии в общении и речевой деятельности на иностранном языке;
- уметь выявлять и формулировать проблемы, возникающие в процессе изучения иностранного языка; оценивать свои возможности, реалистичность и адекватность намеченных способов и

владеть:

- межкультурной профессионально ориентированной коммуникативной компетенцией в разных видах речевой деятельности;
- различными коммуникативными стратегиями: учебными стратегиями для организации своей учебной деятельности;
- стратегиями рефлексии и самооценки в целях самосовершенствования личных качеств и достижений;
- стратегиями восприятия, анализа, создания устных и письменных текстов разных типов;
- интернет-технологиями, в том числе технологиями искусственного интеллекта на базе нейронных сетей, для выбора оптимального режима получения информации; компенсаторными умениями, помогающими преодолеть «сбои» в коммуникации, вызванные объективными и субъективными, социокультурными причинами;
- разными приемами запоминания и структурирования усваиваемого материала;
- навыками эффективного взаимодействия с другими участниками коммуникации;
- презентационными технологиями для сообщения информации;
- технологиями командных коммуникаций, позволяющими достигать поставленной задачи;
- риторическими техниками;
- различными видами чтения (поисковое, ознакомительное, аналитическое) с целью извлечения информации;
- методом поиска и анализа информации из различных источников в профессиональной области;
- навыками аннотирования и реферирования оригинальных научно-публицистических и научно-исследовательских статей;
- приемами оценки и самооценки результатов деятельности по изучению иностранного языка;
- приемами выявления и осознания своих языковых возможностей, личностных и профессионально-значимых качеств с целью их совершенствования;
- умением понимать речь носителей и не носителей языка и адекватно реагировать с учетом культурных норм международного общения;
- навыками публикации результатов научных исследований в научных изданиях на английском языке;
- умением создавать ясные, логичные высказывания монологического и диалогического характера в различных ситуациях бытового и профессионального общения, пользуясь необходимым набором средств коммуникации;
- приемами публичной речи и делового и профессионального дискурса на английском языке.

#### 4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

##### 4.1. Разделы дисциплины (модуля) и трудоемкости по видам учебных занятий

№	Тема (раздел) дисциплины	Трудоемкость по видам учебных занятий, включая самостоятельную работу, час.			
		Лекции	Семинары	Лаборат. работы	Самост. работа
1	Тема 1. Наука: вчера, сегодня, завтра		20		10
2	Тема 2. Основы научно-исследовательской деятельности		20		10
3	Тема 3. Основные тренды современного академического письма		20		10
4	Тема 4. Наука, технологии и инновации		20		10
5	Тема 5. Стратегии популяризации научного знания		20		10
6	Тема 6. Этика научного исследования		20		10
Итого часов			120		60
Подготовка к экзамену		0 час.			

Общая трудоёмкость	180 час., 4 зач.ед.
--------------------	---------------------

#### 4.2. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)

Семестр: 5 (Осенний)

##### 1. Тема 1. Наука: вчера, сегодня, завтра

Научная деятельность как процесс. Критерии научности. Виды исследований (фундаментальное, прикладное, монодисциплинарное и междисциплинарное). История развития технических и естественных наук. Величайшие научные открытия. Новые направления в науке. Образ современного ученого. Научная карьера: путь от бакалавра до нобелевского лауреата. Исследовательская команда. Лауреаты Нобелевской премии и их открытия. Научные исследования как вклад в будущее цивилизации.

Коммуникативные задачи (устная и письменная коммуникация): делать сообщения о научных открытиях, новых направлениях в науке; выразить аргументированное мнение о роли науки в жизни общества, целесообразности финансирования науки; рассказывать о новых направлениях в научных знаниях; рассуждать о влиянии научных открытий на мировоззрение человека; обосновывать свой выбор научного исследования; участвовать в обсуждении о вкладе научных исследований в формирование будущего; рассказывать о нобелевских лауреатах в своей научной области.

##### 2. Тема 2. Основы научно-исследовательской деятельности

Введение в публикационный процесс. Особенности письменной научной коммуникации в русском и английском языках. Анализ структуры научного текста. Формат IMRAD. Наукометрические базы данных научной литературы. Категории научных журналов. Наукометрические показатели (h-индекс, импакт-фактор, альметрика). Методы исследования и сбор данных. Процесс рецензирования (одностороннее слепое, двустороннее слепое, открытое, прозрачное, совместное).

Коммуникативные задачи (устная и письменная коммуникация): выявлять различия изложения, структуры и логики аргументации в английском и русском языке; описывать этапы научного исследования, включая формулирование проблемы, гипотезы, сбор и анализ данных, и кратко излагать их содержание; аргументированно обосновывать выбор темы исследования, его объекта и предмета, цели и задач; выдвигать гипотезу исследования; уметь находить, анализировать и использовать научные публикации и научные базы данных; уметь аргументированно обосновать достоверность источников; разбираться в видах научного рецензирования.

##### 3. Тема 3. Основные тренды современного академического письма

Новые и традиционные жанры представления научной информации (статья, диссертация, графическая аннотация, публикация в социальных сетях и др.). Жанр журнальной публикации: первичные тексты. Вторичные исследовательские тексты: обзоры научной литературы. Виды графической информации в научной коммуникации (таблицы, графики, рисунок, схемы). Особенности представления, описания и интерпретации графической информации в научных статьях. Аннотация простыми словами. Речь для лифта в научной коммуникации. Прямая и непрямая коммуникация в научном дискурсе.

Коммуникативные задачи (устная и письменная коммуникация): рассуждать о гибридной и конвергентной природе современных жанров академического письма; представлять научную информацию в различных устных и письменных форматах с учетом адресата; уметь описывать и интерпретировать графическую информацию, представленную в научных статьях; дискутировать о современных трендах в научной коммуникации и академическом письме; составлять аннотации научных статей простыми словами; составлять и презентовать речь для лифта с учетом ее жанровых особенностей; уметь использовать стратегии прямой и непрямой коммуникации в ситуациях профессионального общения.



#### 4. Тема 4. Наука, технологии и инновации

Взаимосвязь науки, техники и инноваций. Процесс технологизации науки. Внедрение технологий искусственного интеллекта в научно-исследовательский и публикационный процесс. Проблемы защиты прав интеллектуальной собственности на материальные и нематериальные объекты. Инновационные высокотехнологичные разработки. Критический обзор научных статей.

Коммуникативные задачи (устная и письменная коммуникация): делать сообщения о взаимосвязи науки и техники; рассуждать о последних достижениях науки и техники; дискутировать о существующих проблемах в области защиты прав интеллектуальной собственности; выражать аргументированное мнение об авторском праве научных исследований и исключительном праве на научное произведение; составлять критический обзор научных статей, опубликованных в высокорейтинговых англоязычных журналах.

#### 5. Тема 5. Стратегии популяризации научного знания

Научно-популярный стиль. Способы и средства популяризации науки. Научное волонтерство. Социальное значение науки. Ключевые навыки современного ученого. Научно-популярная журналистика. Борьба с лженауками и дезинформацией. Логические заблуждения. Понятие риторики, риторических приемов и изобразительно-выразительных средств в речи ученого. Жанр пресс-релиза и научно-новостного отчета.

Коммуникативные задачи (устная и письменная коммуникация): объяснить сложное научное явление простым языком для любой категории слушателя; делать сообщения о средствах популяризации науки; дискутировать о социальном значении научного волонтерства; рассуждать о научной журналистике и ее роли в популяризации науки; устанавливать коммуникативную связь с аудиторией используя специальные риторические приемы и изобразительные средства речи, направленные на улучшение восприятия информации слушателей; делать сообщения в жанре пресс-релиза и научно-новостного отчета.

#### 6. Тема 6. Этика научного исследования

Важность научной этики в исследовательской и публикационной деятельности. Принципы научной и исследовательской этики. Последствия фальсификаций научных результатов. Основные типы нарушений в сфере этики научных публикаций: конфликт интересов, фабрикация результатов, плагиат, самоплагиат, «салями» публикация, проблемы авторства, соавторства, почетного авторства. Прямое и косвенное цитирование, перифраз. Основные стили цитирования (APA, MLA, Harvard, Chicago). Специфика оформления литературного обзора.

Коммуникативные задачи (устная и письменная коммуникация): выражать аргументированное мнение о важности научной этики в исследовательской и публикационной деятельности; доказывать необходимость следования ключевым принципам научной и исследовательской этики; рассуждать о последствиях фабрикаций, манипулирования или искажения научных данных; объяснить типы нарушений в сфере этики научных публикаций; выявлять различия между прямым цитированием, косвенным цитированием и перифразом и адекватно использовать их при написании научных работ; пользоваться международными стандартами оформления цитирований; составлять литературный обзор по теме научного исследования.

### 5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Учебная аудитория, для проведения учебных занятий, предусмотренных программой дисциплины, оснащенная оборудованием и техническими средствами обучения: столы и стулья для обучающихся и преподавателя; интерактивной доской (экраном); мультимедийным проектором; звуковоспроизводящей аппаратурой; компьютером для преподавателя, а также ноутбуками для обучающихся (при необходимости) с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду (далее - ЭИОС) МФТИ.

## 6. Перечень рекомендуемой литературы

### Основная литература

1. Английский язык для естественно-научных направлений / Л. В. Полубиченко, Е. Э. Кожарская, Н. Л. Моргун, Л. Н. Шевырдяева. – Москва: Юрайт, 2022.
2. Английский язык для технических направлений (B1–B2) / Н. Л. Байдикова, Е. С. Давиденко. – Москва: Юрайт, 2022.
3. How to write a research article / E. Bazanova, S. Suchkova. – Moscow: Nauka, 2020.
4. Английский язык для академических целей / Т. А. Барановская, А. В. Захарова, Т. Б. Пospelova, Ю. А. Суворова. – Москва: Юрайт, 2022.
5. Английский язык в международном бизнесе / Л. В. Ступникова. – Москва: Юрайт, 2022.
6. Английский язык для физиков и инженеров / И. Ю. Коваленко. – Москва: Юрайт, 2022.

### Дополнительная литература

1. Английский язык для экономистов (A2–B2) / В. И. Уваров. – Москва: Юрайт, 2022.
2. Английский язык / Ю. Б. Кузьменкова. – Москва: Юрайт, 2022.
3. Лексикология английского языка / Г. Б. Антрушина, О. В. Афанасьева, Н. Н. Морозова. – Москва: Юрайт, 2022.
4. Академическое письмо. Лексика. Developing Academic Literacy / В. В. Меняйло, Н. А. Тулякова, С. В. Чумилкин. – Москва: Юрайт, 2022.
5. Английский язык для публичных выступлений (B1-B2) / Л. С. Чикилева. – Москва: Юрайт, 2022.
6. Иностранный язык в сфере профессиональной коммуникации : комплексные учебные задания, учебное пособие / И. В. Беляева, Е. Ю. Нестеренко, Т. И. Сорогина. — Москва, Флинта, 2017.— URL: <https://e.lanbook.com/book/92749> (дата обращения: 04.02.2021). - Полный текст (Режим доступа : из сети МФТИ / Удаленный доступ)

7. Куряева Р. И. Английский язык. Лексика и грамматика : учебник для вузов / Р. И. Куряева. – 8-е изд., испр. и доп. – Москва : Юрайт, 2024. – 1 файл. – (Высшее образование). – Электронная версия печатной публикации

Перечень рекомендуемой литературы для самостоятельной работы:

1. Arner, T., & Day, J. (2011). Cambridge English for Scientists. In Cambridge University Press eBooks. <https://ci.nii.ac.jp/ncid/BB05943443>
2. Ayub Khan, M., & Ebner, N. (2018). The Palgrave Handbook of Cross-Cultural Business Negotiation (1st ed. 2019). Palgrave Macmillan.
3. Bonamy, D. (2011). Technical English Level 3 coursebook. Allyn & Bacon.
4. Bonamy, D. (2022). Technical English Level 2. Pearson Education Limited.
5. Crane, A., & Matten, D. (2016). Business Ethics: Managing Corporate Citizenship and Sustainability in the Age of Globalization (4th ed.). Oxford University Press.
6. Dimond-Bayir, S. (2014). Unlock Level 2 Listening and Speaking Skills (1st ed.). Cambridge Discovery Education.
7. English, L., & Lynn, S. (1995). Business Across Cultures: Effective Communication Strategies. Addison-Wesley.
8. Glendinning, E. (2013). Oxford English for Careers: Technology for Engineering and Applied Sciences. Oxford University Press.
9. Glendinning, E. H., & Glendinning, N. (1995). Oxford English for Electrical and Mechanical Engineering. In Oxford University Press eBooks. Oxford University Press.
10. Gustavii, B. (2017). How to Write and Illustrate a Scientific Paper. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781316650431>
11. Hancock, E., & Kanigel, R. (2003). Ideas into Words: Mastering the Craft of Science Writing. <http://ci.nii.ac.jp/ncid/BA64781198>
12. Hill, D. (2013). English for information technology: Course Book. Pearson Education ESL.
13. Ibbotson, M. (2009). Professional English in Use, Engineering : Technical English for professionals. In Cambridge University Press eBooks. <http://ci.nii.ac.jp/ncid/BB00987907>
14. Katan, D., & Taibli, M. (2021). Translating Cultures An Introduction for Translators, Interpreters and Mediators (3rd ed.). Routledge.
15. Khan, M. A., & Ebner, N. (2018). The Palgrave Handbook of Cross-Cultural Business Negotiation. In Springer eBooks. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-00277-0>
16. Lennon, J., & Gurak, L. (2013). Technical Communication (13th ed.). Pearson.
17. Markel, M., & Selber, S. (2021). Technical Communication (13th ed.). Macmillan. [https://www.macmillanlearning.com/college/us/product/Technical-Communication/p/1319414257?selected\\_tab=Product%20Overview](https://www.macmillanlearning.com/college/us/product/Technical-Communication/p/1319414257?selected_tab=Product%20Overview)
18. Mingbin, Z. (2016). Balance: The Art of Chinese Business (Cases in Modern Chinese Business). Paths Publishing Group.
19. O’Nill, R. (2015). Unlock Level 2 Reading and Writing Skills. Cambridge University Press.
20. Rossow, M. D. (2005). A Field Guide for Science Writers. In Oxford University Press eBooks. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/oso/9780195174991.001.0001>
21. Schneider, S., & Barsoux, J.-L. (2002). Managing Across Cultures (2nd ed.). Pearson College Div.
22. Silvia, P. J. (2019). How to Write a Lot: A practical Guide to Productive Academic Writing (2nd ed.). American Psychological Association. <https://ci.nii.ac.jp/ncid/BB27060933>
23. Ting-Toomey, S., & Dorjee, T. (2018). Communicating Across Cultures (2nd ed.). The Guilford Press.
24. Trzeciak, J., & MacKay, S. E. (1994). Study Skills for Academic Writing (English for Academic Study). In Prentice Hall eBooks. Prentice Hall.
25. Wallwork, A. (2014). Meetings, Negotiations, and Socializing. A Guide to Professional English (2014th ed.). Springer.
26. Williams, J. (1995). Style: Toward Clarity and Grace (Chicago Guides to Writing, Editing, and Publishing). University of Chicago Press.
27. Williams, J. (2006). Style: Lessons in Clarity and Grace (9th ed.). Pearson/Longman.
28. Zinsser, W. (2016). On Writing Well: The Classic Guide to Writing Nonfiction. Harper Perennial.

## **7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

1. [lms.mipt.ru](http://lms.mipt.ru) – виртуальная обучающая среда LMS МФТИ для обеспечения образовательного процесса с применением электронного обучения (далее – ЭО) и дистанционных образовательных технологий (далее – ДОТ).
2. <http://quizlet.com> – онлайн сервис, с помощью которого можно создавать дидактические флэшкарточки как для очного, так и дистанционного обучения; используется для тренировки новых лексических единиц.
3. <http://www.listenaminute.com> – аудиоматериалы
4. <http://www.uefap.com> – материалы по обучению академическому английскому языку (using English for Academic Purposes), список необходимых академических слов (<http://www.uefap.com/vocab/vocfram.htm>)
5. <http://breakingnewsenglish.com> – статьи и аудиоматериалы по разнообразной тематике для обучающихся с разным уровнем владения языком.
6. <http://scientificamerican.com> – научно-популярные статьи Scientific American
7. <http://www.nationalgeographic.com> – научно-популярные статьи National Geographic
8. <http://nature.com> – научно-популярные статьи Nature
9. <http://sciencemag.org> – научно-популярные статьи
10. <https://www.ifcc.org> гайд к созданию плана исследования 05\_Research\_Guide\_IFCC.pdf
11. <https://www.popsci.com> – научно-популярные статьи Popular Science Homepage | Popular Science (popsci.com)
12. <https://www.feynmanlectures.caltech.edu> – лекции Ричарда Фейнмана по физике The Feynman Lectures on Physics (caltech.edu)
13. <https://www.hawking.org.uk> – лекции Стивена Хокинга по физике Stephen Hawking
14. <https://www.ted.com> – научно-популярные лекции TED: Ideas Worth Spreading
15. <https://nptel.ac.in> – ресурс видео-лекций по различным отраслям науки и предметам Courses: NPTEL
16. <https://www.nobelprize.org> – ресурс видео-лекций по различным отраслям наук Videos of Nobel Prize lectures from literature laureates - NobelPrize.org
17. <https://www.physicsgalaxy.com> – видео-лекции по физике Online Physics Video Lectures, Classes and Courses - Physics Galaxy
18. <https://www.reddit.com> – видео-лекции по различным отраслям науки Video Lectures (reddit.com)
19. <http://videlectures.ne> – видео-лекции по различным отраслям науки VideoLectures.NET - VideoLectures.NET

## **8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень необходимого программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

Для ведения учебного процесса используются: информационно-технологическое пространство МФТИ (специализированная инфраструктура, включающая в себя совокупность программно-аппаратных средств, а именно: серверы, персональные компьютеры, системы передачи данных, лицензионное программное обеспечение); электронно-информационный ресурс библиотеки; база данных системы электронного обучения ([lms.mipt.ru](http://lms.mipt.ru)); базы данных электронных справочных систем (в свободном доступе или доступе на основании заключенных договоров), автоматизированные средства доступа к электронным информационным ресурсам; другие базы данных и файловые системы, используемые в образовательном процессе.

Учебная деятельность реализуется с использованием ЭИОС МФТИ (<http://lms.mipt.ru>), с помощью которой осуществляется фиксация хода образовательного процесса, результатов промежуточной аттестации, самоконтроля выполнения заданий, проведения тестирования, а также предоставляется неограниченный доступ обучающимся и научно-педагогическим работникам к информационно-образовательным ресурсам ЭИОС из любой точки, в которой имеется доступ к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».

На практических занятиях используются технологии общего или индивидуального пользования: мультимедийные технологии (работа на интерактивной доске, некоторые технологии презентаций посредством компьютера, и те, что ширятся по сетям), общественные зоны, личные удаленные рабочие места, а также электронные информационно-образовательные ресурсы, которые обеспечивает взаимодействие участников образовательного процесса.

Самостоятельная работа обучающихся осуществляется с использованием виртуальной обучающей среды на основе LMS МФТИ (<https://lms.mipt.ru/>), с помощью которой обучающимся предоставляется доступ к различным источникам мультимедийной информации, организуется общение всех участников учебного процесса, осуществляется интерактивный контроль и самоконтроль выполнения заданий, проводится тестирование.

## 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Обучающийся, осваивающий дисциплину должен овладеть межкультурной коммуникативной компетенцией, включающей в себя: лингвистическую компетенцию (способность в соответствии с нормами изучаемого языка правильно конструировать грамматические формы и синтаксические построения), социолингвистическую компетенцию (способность использовать и преобразовывать языковые формы в соответствии с ситуацией иноязычного общения), социокультурную компетенцию (способность учитывать в общении речевое и неречевое поведение, принятое в стране изучаемого языка), социальную компетенцию (способность взаимодействовать с партнерами по общению, владение соответствующими стратегиями), дискурсивную компетенцию (способность понять и достичь связности отдельных высказываний в значимых коммуникативных моделях) стратегическую компетенцию (умение пользоваться наиболее эффективными стратегиями при решении коммуникативных задач), предметную компетенцию (знание предметной информации при организации собственного высказывания или понимания высказывания других людей), прагматическую компетенцию (способность к общению и умение реализовывать любое высказывание учитывая условия при которых осуществляется акт говорения (слушания, письма), статус адресата, объект обсуждения и т.д.) для развития личностных и профессиональных качеств, осознания социальной значимости своей профессиональной деятельности, уважительному отношению и соблюдению принципов этики, морали, нравственности и толерантности, а также читательскую компетенцию: способность к корректному извлечению информации из текста и профессионально ориентированную читательскую компетенцию: способность к пониманию и обработке текстовой информации профессиональной направленности.

Освоение дисциплины происходит на практических занятиях в учебной аудитории и в самостоятельной работе обучающегося, в условиях самоконтроля, взаимоконтроля и взаимопроверки при взаимодействии между участниками образовательного процесса, в том числе синхронное и (или) асинхронное взаимодействия посредством сети «Интернет» с применением ЭИОС МФТИ ([lms.mipt.ru](https://lms.mipt.ru/)).

На практических занятиях основное внимание уделяется формированию умений и навыков владения как устными видами речевой деятельности (говорение, аудирование), так и письменными видами речевой деятельности (чтение, письмо). Текущий контроль по дисциплине проводится на каждом практическом занятии в устной и письменной формах. Объектом текущего контроля является уровень сформированности языковых навыков и речевых умений.

Практические занятия проводятся на основе коммуникативного подхода с использованием активных/интерактивных форм работы:

- работа в малых группах;
- дискуссия;
- обучающие игры (ролевые, проблемные ролевые, деловые и т.д.);
- эвристическая беседа по содержанию прочитанного или прослушанного текста, просмотренного видео материала;
- обсуждение вопросов и обмен мнениями;
- отработка просмотрового чтения текстов, проверка понимания содержания и смысла просмотренного текста;
- просмотр и обсуждение видеоматериала;
- презентации на основе современных мультимедийных средств.

Успешное овладение программой дисциплины в целом и эффективность каждого практического занятия напрямую зависят от регулярной самостоятельной работы обучающегося. Задания для самостоятельной работы должны выполняться обучающимся в полном объеме и точно в указанные сроки.

Самостоятельная работа включает в себя:

- повторение и закрепление пройденного материала;
- выполнение лексико-грамматических упражнений, направленных на формирование языковых навыков;

- чтение и проверка понимания текстов;
- прослушивание аудиозаписей и просмотр видеоматериалов, выполнение к ним заданий;
- выполнение творческих письменных заданий, направленных на формирование речевых умений;
- домашнее чтение, конспектирование, перевод на русский;
- подготовка монологических и диалогических высказываний по изучаемой теме.

При возникновении вопросов или трудностей, связанных с освоением содержания дисциплины, обучающийся может обратиться к преподавателю, используя информационно-коммуникационные ресурсы МФТИ (корпоративная почта, чат в ЭИОС и иные компоненты телекоммуникационной среды).

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

<b>по направлению:</b>	Прикладные математика и физика
<b>профиль подготовки:</b>	Радиотехника и компьютерные технологии Физтех-школа Радиотехники и Компьютерных Технологий департамент иностранных языков
<b>курс:</b>	<u>3</u>
<b>квалификация:</b>	бакалавр

Семестры, формы промежуточной аттестации:

5 (осенний) - Зачет

6 (весенний) - Дифференцированный зачет

**Разработчики:**

В.А. Авдеева, старший преподаватель  
Е.М. Базанова, канд. пед. наук, доцент, доцент  
А.В. Горизонтова, канд. ист. наук, доцент  
А.С. Денисова, старший методист  
О.В. Космодемьянская, старший методист  
А.В. Ламзина, канд. филол. наук, доцент  
А.И. Лыкова, старший методист  
О.В. Маруневич, канд. филол. наук, доцент, доцент  
А.А. Полонская, ассистент  
Н.Л. Саввина, старший преподаватель  
О.В. Шадрина, старший преподаватель  
Н.В. Цытулина, заместитель руководителя по учебно-методической работе

## 1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
УК-3 Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде	УК-3.1 Способен устанавливать разные виды коммуникации (учебную, научную, деловую, неформальную и др.)
	УК-3.2 Взаимодействует с другими членами команды для достижения поставленной задачи
УК-4 Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(ых) языке(ах)	УК-4.1 Демонстрирует умение вести обмен деловой информацией в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и не менее чем на одном иностранном языке
	УК-4.2 Использует современные информационно-коммуникативные средства для коммуникации
УК-5 Способен осмысливать культурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском аспектах	УК-5.1 Знает основные категории философии, законы исторического развития, основы межкультурной коммуникации
	УК-5.2 Имеет представление о системах этических и интеллектуальных ценностей и норм, их значении в истории общества

## 2. Показатели оценивания компетенций

В результате изучения дисциплины «Английский язык для исследовательских целей» обучающийся должен:

**знать:**



- особенности видов речевой деятельности на английском языке;
- основные фонетические, лексические и грамматические явления и структуры, используемые в устной и письменной речи при общении на английском языке, их отличие от родного языка для аргументированного и логичного построения высказываний, позволяющих использовать изучаемый язык в повседневной, академической, научной, деловой и профессиональной коммуникации;
- межкультурные различия, культурные традиции и реалии, языковые нормы, социокультурные особенности поведения и речевого этикета страны изучаемого языка при устной и письменной межличностной коммуникации, межкультурном общении;
- виды коммуникативных намерений, соотношение коммуникативных намерений с замыслом и целью речевой коммуникации, типовые приемы и способы выражения коммуникативных намерений на английском языке в устной и письменной речи, принципы понимания коммуникативных намерений собеседников;
- особенности иноязычной академической коммуникации, приемы извлечения и сообщения иноязычной информации в академических целях;
- основы организации письменной коммуникации, типы коммуникативных задач письменного общения и функции письменных коммуникативных средств;
- специфику использования вербальных и невербальных средств в ситуациях иноязычной коммуникации;
- риторические приемы, используемые в различных видах коммуникативных ситуаций;
- виды и особенности письменных текстов и устных выступлений, общее содержание сложных текстов на абстрактные и конкретные темы, особенности иноязычных аутентичных текстов, универсальные закономерности структурной организации текста, в том числе узкоспециальных текстов;
- правила использования различных технических средств с целью поиска и извлечения иноязычной информации, основные правила определения релевантности и надежности иноязычных источников, анализа и синтеза информации;
- мировые достижения, открытия, события из области истории, культуры, политики, социальной жизни;
- общие формы организации групповой работы; особенности поведения и интересы других участников; основы стратегического планирования работы команды для достижения поставленной цели;
- стандартные типы коммуникативных задач, цели и задачи деловых переговоров, социокультурные особенности ведения деловых переговоров, коммуникативно-прагматические и жанровые особенности переговоров;
- основные виды, универсальные правила, нормы официальных и деловых документов, особенности их стиля и оформления деловой переписки;
- базовую лексику и терминологию для академического, научного и профессионального общения.

**уметь:**

- понимать и использовать языковые средства во всех видах речевой деятельности на английском языке;
- вести на английском языке в различных сферах общения: обиходно-бытовых, социально-культурных, общественно-политических, профессиональных;
- соблюдать речевой этикет в ситуациях повседневного и делового общения (устанавливать и поддерживать контакты, завершать беседу, запрашивать и сообщать информацию, побуждать к действию, выражать согласие/несогласие с мнением собеседника, просьбу);
- устно реализовать коммуникативное намерение с целью воздействия на партнера по общению начинать, вести/поддерживать и заканчивать диалог-расспрос об увиденном, прочитанном, диалог-обмен мнениями и соблюдая нормы речевого этикета, при необходимости используя стратегии восстановления сбоя в процессе коммуникации (переспрос, перефразирование и др.);
- письменно реализовывать коммуникативные намерения (информирование, запрос, просьба, согласие, отказ, извинение, благодарность);
- извлекать общую и детальную информацию при чтении аутентичных англоязычных текстов, в том числе научно-публицистических;
- сообщать информацию на основе прочитанного текста в форме подготовленного монологического высказывания (презентации по предложенной теме);
- понимать монологические и диалогические высказывания при непосредственном общении и в аудио/видеозаписи;
- понимать коммуникативные интенции полученных письменных и устных сообщений;
- развертывать предложенный тезис в виде иллюстрации, детализации, разъяснения;
- использовать современные информационные технологии для профессиональной деятельности, делового общения и саморазвития;
- передать на русском языке содержание англоязычных научных и публицистических текстов в сфере профессиональной деятельности;
- подбирать литературу по теме, составлять глоссарий, в том числе двуязычный, переводить и реферировать специальную литературу, подготавливать научные доклады и презентации на базе прочитанной специальной литературы, объяснить свою точку зрения и рассказать о своих планах;
- выбирать речевое поведение, тактики и стратегии в соответствии с целями и особенностями коммуникации;
- осуществлять устное и письменное иноязычное общение в соответствии со своей сферой профессиональной деятельности;
- учитывать особенности поведения и интересы других участников коммуникации, анализировать возможные последствия личных действий в социальном взаимодействии и командной работе, и с учетом этого строить продуктивное взаимодействие в коллективе;
- использовать приемы и принципы построения публичной речи для сообщения профессионально-ориентированного содержания на английском языке;
- распознавать и дифференцировать языковые и речевые явления, выделять основную и второстепенную информацию при чтении аутентичных текстов и восприятии речи на слух, использовать типовые средства устной и письменной коммуникации в межличностном общении; применять адекватные коммуникативные средства в стандартных ситуациях общения на профессионально-ориентированные темы;
- пользоваться графическими редакторами, создавать легко воспринимаемые наглядные материалы;
- описать графическую информацию (круговая гистограмма, таблица, столбиковый и линейный графики);
- написать короткую научно-исследовательскую статью по теме своего исследования;
- написать саммари, ревью, краткую статью-совет на предложенную тему;
- реферировать и аннотировать иноязычные профессиональные тексты;
- создавать деловую корреспонденцию с учетом социокультурных требований к внешней и внутренней формам текста и использованием типизированных речевых высказываний;
- уметь представлять результаты исследования в письменной и устной форме;
- подбирать литературу по теме, составлять профессионально-ориентированный иноязычный тезаурус;
- выполнять перевод профессиональных текстов с иностранного языка на государственный язык Российской Федерации с учетом лексико-грамматических и стилистических особенностей языка оригинала и языка перевода и стандартных способов решения коммуникативных задач в области профессиональной деятельности;
- применять информационно-коммуникативные технологии в общении и речевой деятельности на иностранном языке;
- уметь выявлять и формулировать проблемы, возникающие в процессе изучения иностранного языка; оценивать свои возможности, реалистичность и адекватность намеченных способов и

**владеть:**

- межкультурной профессионально ориентированной коммуникативной компетенцией в разных видах речевой деятельности;
- различными коммуникативными стратегиями: учебными стратегиями для организации своей учебной деятельности;
- стратегиями рефлексии и самооценки в целях самосовершенствования личных качеств и достижений;
- стратегиями восприятия, анализа, создания устных и письменных текстов разных типов;
- интернет-технологиями, в том числе технологиями искусственного интеллекта на базе нейронных сетей, для выбора оптимального режима получения информации; компенсаторными умениями, помогающими преодолеть «сбои» в коммуникации, вызванные объективными и субъективными, социокультурными причинами;
- разными приемами запоминания и структурирования усваиваемого материала;
- навыками эффективного взаимодействия с другими участниками коммуникации;
- презентационными технологиями для сообщения информации;
- технологиями командных коммуникаций, позволяющими достигать поставленной задачи;
- риторическими техниками;
- различными видами чтения (поисковое, ознакомительное, аналитическое) с целью извлечения информации;
- методом поиска и анализа информации из различных источников в профессиональной области;
- навыками аннотирования и реферирования оригинальных научно-публицистических и научно-исследовательских статей;
- приемами оценки и самооценки результатов деятельности по изучению иностранного языка;
- приемами выявления и осознания своих языковых возможностей, личностных и профессионально-значимых качеств с целью их совершенствования;
- умением понимать речь носителей и не носителей языка и адекватно реагировать с учетом культурных норм международного общения;
- навыками публикации результатов научных исследований в научных изданиях на английском языке;
- умением создавать ясные, логичные высказывания монологического и диалогического характера в различных ситуациях бытового и профессионального общения, пользуясь необходимым набором средств коммуникации;
- приемами публичной речи и делового и профессионального дискурса на английском языке.

**3. Перечень типовых (примерных) вопросов, заданий, тем для подготовки к текущему контролю**

Перечень типовых контрольных заданий представлен в прикреплённом файле.

Методические рекомендации, определяющие процедуру оценивания знаний, умений и владений и (или) опыта деятельности текущего контроля успеваемости по дисциплине

Оценка знаний, умений, владений, характеризующая этапы формирования компетенций по дисциплине иностранного языка носит комплексный характер и проводится в форме текущего и промежуточного контроля успеваемости обучающихся, осуществляемого с помощью балльно-рейтинговой системы (БРС) МФТИ. Оценка успешности освоения дисциплины выражается в 100-балльной шкале БРС МФТИ, как суммарные баллы, которые набирает обучающийся по результату текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации в семестре (итоговый рейтинг).

Текущий контроль успеваемости проводится в течение семестра с целью контроля усвоения у обучающихся знаний, умений и уровня владения иностранным языком для решения коммуникативных задач в социокультурной, академической и профессионально-деловой сферах деятельности, своевременного выявления сложностей при освоении дисциплины и их устранению, а также оказания своевременной консультативной индивидуальной помощи обучающимся.

Показателем текущего контроля успеваемости служит выполнение всех видов учебной работы, предусмотренной рабочей программой дисциплины, в том числе аудиторная работа обучающегося, посещение практических (семинарских) занятий и академическая активность на занятиях по иностранному языку.

Виды, формы, критерии оценки, периодичность и порядок проведения текущего контроля успеваемости обучающихся (далее – контрольные точки) определяются самостоятельно в соответствии с поставленными задачами и спецификой реализуемой рабочей программы дисциплины.

К контролю текущей успеваемости относятся проверка знаний, умений и владений:

- на занятиях (опросы, интерактивные беседы, доклады, презентации, ролевые игры, выполнение контрольных заданий по разным видам речевой деятельности и тестов для проверки лексико-грамматических навыков);
- по результатам индивидуальной самостоятельной работы (подготовка устных докладов, выполнение тренировочных онлайн-тестов и заданий для контроля и самоконтроля умений аудирования, чтения, письма и лексико-грамматических навыков в LMS МФТИ.
- в ходе индивидуальных консультаций с обучающимися, имеющими академические задолженности.

Для организации текущего контроля учебных достижений внутри учебной дисциплины определяются контрольные точки, оптимально расположенные во временном интервале изучения дисциплины (План контроля результатов обучения) и доводятся до сведения обучающихся: для первого курса на второй неделе учебного семестра, в остальных случаях – на первом учебном занятии семестра, а также размещаются на образовательной платформе в LMS МФТИ.

На проверку письменных работ в рамках текущего контроля успеваемости в семестре отводится не более 7 календарных дней. Преподаватель ведущий дисциплину обязан своевременно информировать обучающихся о результатах прохождения каждой контрольной точки, об учебных достижениях на разных этапах освоения дисциплины и своевременно вносить результаты оценочных мероприятий (в том числе за выполнение письменных работ) в электронный журнал, чтобы обучающиеся могли своевременно видеть оценки на платформе LMS МФТИ.

Отставание обучающегося от графика мероприятий текущего контроля (невыполнение предусмотренных программой всех контрольных точек и несдача индивидуальных заданий и т.д.) по изучаемой дисциплине приводит к образованию текущей задолженности.

Оценка за текущую работу в семестре определяется суммарно по окончании семестра на основе промежуточных рейтинговых баллов, полученных обучающимся в семестре, с учетом их общей трудоемкости и выставляется как средневзвешенный балл.

Баллы, составляющие текущий рейтинг, фиксируются педагогическим работником в электронном журнале LMS МФТИ. При подсчете рейтинговых баллов в LMS МФТИ применяется правило округления до целого числа.

## Академическая честность и плагиат

### Плагиат

Представляет собой незаконное присвоение чужих идей и результатов деятельности, использование не являющихся общеизвестными фактов, концепций или особенностей (устной или письменной) речи, заимствованных из другого источника без ссылки на него. При отправке любой работы (на бумажном носителе или в электронном виде) вы соглашаетесь соблюдать положения МФТИ о плагиате. Вы также обязуетесь создавать работы самостоятельно, с должным обозначением и цитированием всех использованных материалов из опубликованных или неопубликованных работ других лиц, а также предоставлять к проверке работы, не созданные в рамках иных учебных курсов. Кроме того, отправляя работу, вы даете согласие МФТИ на принятие возможных мер, целью которых является подтверждение подлинности представленного материала, включая (без ограничения нижеперечисленным) проверку работы на плагиат посредством специализированных сервисов и предоставление копии работы другому сотруднику (сотрудникам).

Использование ChatGPT и других инструментов генеративного ИИ: в рамках данного учебного курса разрешается использовать генеративный ИИ в определенных контекстах и при условии ссылки на такое использование. Департамент иностранных языков выступает в поддержку осознанного экспериментирования с инструментами генеративного ИИ, такими как ChatGPT и/или иными ресурсами. Однако при использовании этих инструментов необходимо принимать во внимание важные соображения, в том числе, касающиеся информационной безопасности и конфиденциальности данных, соблюдения установленных требований и авторских прав, а также академической честности. Необходимо указывать каждый факт использования инструментов ИИ, даже если целью использования является формирование концепций, а не создание готового текста или иллюстраций.

При использовании инструментов ИИ в ходе выполнения заданий необходимо создать документ (приложение к заданию), в который будут включены:

- диалог с инструментом ИИ полностью, с выделением наиболее релевантных фрагментов;
- указание на конкретный инструмент ИИ (например, ChatGPT или иной);
- объяснение того, каким образом использовались инструменты ИИ (например, с целью формирования идей, оборотов речи, создания элементов текста, длинных фрагментов текста, последовательности доводов в защиту той или иной теории, доказательств, иллюстраций основных концепций и т. д.);
- обоснование целесообразности использования инструментов ИИ (например, в целях экономии времени, стимулирования вдохновения или размышлений о поставленной проблеме; чтобы справиться с растущим стрессом, прояснить смысл текста, перевести текст и т. д.).

### Исследования, фальсификация и подделка

От учащихся ожидаются честность и точность во всех представленных работах, будь то научные статьи или письменные работы на курсах журналистики или любых других учебных курсах. Подделка — это преднамеренное искажение данных, результатов или цитат, включая ложное цитирование источников или цитирование источников, которые не использовались в работе. Фальсификация — это манипулирование исследованием, включая искажение или сокрытие важных данных или результатов. Как и плагиат, подделка и фальсификация являются серьезными нарушениями академической честности, которые подлежат критической оценке со стороны администрации с последующим принятием дисциплинарных мер.

### Политика курса и ожидаемые результаты

С целью стимулирования активного участия в обсуждениях на учебных занятиях, обучающимся выставляются баллы за посещение и академическую активность, как результат интеграции различных видов деятельности и проявлений активности, наиболее существенных именно в сфере учебных взаимодействий. Баллы выставляются за посещение каждого учебного занятия и активное участие в учебной работе на практических занятиях.

### Посещаемость

Необходимо добросовестно посещать учебные занятия. В случае одного пропуска без уважительной причины (отсутствие подтверждающего документа/справки/больничного) оценка текущего рейтинга за курс снижается. Если обучающийся вынужден пропустить учебное занятие, то необходимо заранее уведомить об этом преподавателя любым удобным средством информирования (эл. почта, чат в LMS, чат курса, служебная записка от физтех-школы и т.д.).

Отсутствие на учебных занятиях (по уважительной/без уважительной причины) и отставание обучающегося от графика мероприятий текущего контроля (невыполнение предусмотренных программой всех учебных заданий, несдача индивидуальных заданий и т.д.) по изучаемой дисциплине (курсу) приводит к текущей задолженности.

## **4. Перечень типовых (примерных) вопросов и тем для проведения промежуточной аттестации обучающихся**

Перечень типовых (примерных) вопросов и тем представлен в прикреплённом файле.

## Критерии оценивания

Оценка успешности освоения обучающимися материала по дисциплине (знаний, умений, владений) характеризующая этапы формирования компетенций проводится в форме текущего и промежуточного контроля, осуществляемого с помощью балльно-рейтинговой системы (БРС) МФТИ и выражается в 100-балльной шкале (Оценка/Баллы):

### Отлично:

Оценка «отлично (10)» выставляется обучающемуся, получившему 96-100 баллов в балльно-рейтинговой системе оценивания.

Оценка «отлично (9)» выставляется обучающемуся, получившему 91-95 баллов в балльно-рейтинговой системе оценивания.

Оценка «отлично (8)» выставляется обучающемуся, получившему 86-90 баллов в балльно-рейтинговой системе оценивания.

### Хорошо:

Оценка «хорошо (7)» выставляется обучающемуся, получившему 81-85 баллов в балльно-рейтинговой системе оценивания.

Оценка «хорошо (6)» выставляется обучающемуся, получившему 76-80 баллов в балльно-рейтинговой системе оценивания.

Оценка «хорошо (5)» выставляется обучающемуся, получившему 71-75 баллов в балльно-рейтинговой системе оценивания.

### Удовлетворительно:

Оценка «удовлетворительно (4)» выставляется обучающемуся, получившему 66-70 баллов в балльно-рейтинговой системе оценивания.

Оценка «удовлетворительно (3)» выставляется обучающемуся, получившему 60-65 баллов в балльно-рейтинговой системе оценивания.

### Неудовлетворительно:

Оценка «неудовлетворительно (2)» выставляется обучающемуся, получившему 48-59 балла в балльно-рейтинговой системе оценивания.

Оценка «неудовлетворительно (1)» выставляется обучающемуся, получившему 0-47 балла в балльно-рейтинговой системе оценивания.

Критерии оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности представлены в прикреплённом файле.

## 5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Промежуточная аттестация по завершению освоения дисциплины проводится в 5 семестре (осенний) в форме зачета и во 6 семестре (весенний) в форме дифференцированного зачета. Каждый из них состоит из 2 частей: устная и письменная.

Промежуточная аттестация в форме зачета осуществляется в период зачетной недели.

На каждую часть зачета (устную и письменную) в рейтинге отводится по 10 баллов.

Из 10 баллов за устную часть зачета:

0-5 баллов формируются по результату участия студентов во всех устных видах речевой деятельности на учебных занятиях и выставляется в электронный журнал LMS МФТИ автоматически, как суммарный балл в конце осеннего семестра;

0-5 баллов обучающийся получает на зачетной неделе в период проведения промежуточной аттестации.

Формой выполнения письменной части промежуточной аттестации в форме зачета выступает независимое тестирование ИСТОК, проводимое ДИЯ на последней учебной неделе семестра и оценивается от 0 (ноля) до 10 баллов (п. 2.2 Положения о тестировании в Департаменте иностранных языков, в действующей редакции).

Промежуточная аттестация в форме дифференцированного зачета осуществляется в период зачетной недели, включает в себя устную и письменную часть.

На каждую часть (устную и письменную) отводится по 5 баллов.

К устной части дифференцированного зачета допускаются все обучающиеся, независимо от количества баллов, полученных за письменную часть.

Итоговый рейтинг за семестр при освоении дисциплины составляет максимум 100 баллов и формируется как сумма баллов, состоящая из следующих компонентов:

Осенний семестр (зачет):

Текущий рейтинг (баллы по результатам текущего контроля успеваемости в семестре) составляет максимум 80 баллов, в том числе:

- 4 балла – посещаемость занятий;
- 12 баллов – академическая активность на учебных занятиях;
- 48 баллов – рубежи текущего контроля (контрольные точки);
- 16 баллов – выполнение обязательных письменных работ за семестр.

Максимальное количество баллов за промежуточную аттестацию составляет 20 баллов в том числе:

- 10 баллов – за устную часть;
- 10 баллов – за письменную часть.

Весенний семестр (дифференцированный зачет).

Текущий рейтинг (баллы по результатам текущего контроля успеваемости в семестре) – максимум 90 баллов, в том числе:

- 4 балла – посещаемость занятий;
- 12 баллов – академическая активность на учебных занятиях;
- 48 баллов – рубежи текущего контроля (контрольные точки);
- 10 баллов – независимое тестирование;
- 16 баллов – выполнение обязательных письменных работ за семестр.

Максимальное количество баллов за промежуточную аттестацию составляет 10 баллов в том числе:

- 5 баллов – за устную часть;
- 5 баллов – за письменную часть.

В течение учебного семестра по дисциплине должен быть накоплен текущий рейтинг не менее 60 % от максимального значения текущего рейтинга.

Все виды учебных работ должны выполняться точно в сроки, предусмотренные программой обучения.

**Критерии оценивания знаний умений и навыков и (или) опыта деятельности  
текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации**

**1. Академическая активность на учебных занятиях**

<b>Описание критерия академической активности</b>	<b>Баллы</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Демонстрирует отличное знание пройденного материала и умение эффективно его применять на практике</li> <li>Принимает активное участие в выполнении всех видов заданий на занятии</li> <li>Проявляет инициативу во взаимодействии с преподавателем и/или другими обучающимися</li> <li>Даёт обдуманные ответы и комментарии, которые способствуют более глубокому обсуждению предмета</li> <li>На вопросы и замечания обучающихся и/или преподавателя отвечает вовремя и в приемлемой форме</li> </ul>	<b>2</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Демонстрирует хорошее знание пройденного материала, но при применении их на практике демонстрирует незначительные затруднения</li> <li>Принимает участие в выполнении большинства видов заданий</li> <li>Готов сам принять участие в обсуждении, не дожидаясь, когда его спросят</li> <li>Даёт ответы на большую часть вопросов других обучающихся и/или преподавателя</li> </ul>	<b>1.5</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Демонстрирует удовлетворительное знание пройденного материала, но применение их на практике даётся ему с трудом</li> <li>Принимает участие в выполнении некоторых видов заданий</li> <li>Участие в обсуждении принимает время от времени</li> <li>Даёт ответ только на прямые обращённые к нему вопросы преподавателя и/или других обучающихся</li> </ul>	<b>1</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Демонстрирует неудовлетворительное знание пройденного материала, часто не может применить его на практике</li> <li>Не демонстрирует желания принимать участия в работе на занятии</li> <li>Редко принимает участие в обсуждении</li> <li>С трудом отвечает на прямые обращённые к нему вопросы преподавателя и/или других обучающихся</li> </ul>	<b>0,5</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Демонстрирует плохое знание пройденного материала</li> <li>Практически не принимает участие в работе на занятии</li> <li>На прямые обращённые к нему вопросы преподавателя и/или обучающихся ответа не даёт</li> </ul>	<b>0</b>

**2. Интегрированные рецептивные и продуктивные навыки:  
аудирование/чтение —> письмо**

<b>Баллы</b>	<b>Общее описание</b>	<b>Содержание</b>	<b>Коммуникативные навыки</b>	<b>Композиция</b>	<b>Уровень владения языком</b>
<b>5</b>	<b>Ответ соответствует условиям задания с небольшими погрешностями в полноте высказывания и отвечает следующим критериям</b>	<b>Ответ</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>полностью соответствует условиям задания</li> <li>содержит необходимую и достаточную информацию из текста (письменного/аудио / видео) и ее анализ</li> <li>демонстрирует отличное понимание цели задания и целевой аудитории</li> </ul>	<b>Студент</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>демонстрирует глубокое знание норм выполнения конкретного типа задания</li> <li>использует соответствующий формат и стиль речи в процессе всего высказывания</li> <li>эффективно и убедительно передает идеи</li> </ul>	<b>Ответ</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>полон и внутренне непротиворечив (композиция логична и последовательна, текст читается легко)</li> <li>используется большое число элементов-связок</li> <li>число слов соответствует требуемому</li> </ul>	<b>Ответ</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>демонстрирует уверенное владение разнообразными грамматическими конструкциями и обладает словарным запасом, соответствующим требуемому уровню</li> <li>содержит незначительные ошибки, не</li> </ul>



		<ul style="list-style-type: none"> <li>• демонстрирует ясную последовательность изложения мыслей при наличии уместных уточнений и подробностей</li> </ul>			<p>влияющие на понимание</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ошибок в пунктуации, орфографии и правописании заглавных букв нет</li> </ul>
<b>4</b>	<b>Содержит критерии пунктов 5 и 3</b>				
<b>3</b>	<p><b>Ответ в целом соответствует условиям задания, но в нем частично отсутствует необходимая информация или присутствуют неточности.</b></p> <p><b>Данный уровень отвечает как минимум трем из следующих критериев</b></p>	<p><b>Ответ</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• в основном соответствует условиям задания</li> <li>• частично содержит информацию из текста (письменного/аудио/ видео) в соответствии с заданием</li> <li>• демонстрирует трудности в понимании цели задания и целевой аудитории</li> <li>• основные мысли раскрыты не полностью</li> </ul>	<p><b>Студент</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• демонстрирует достаточное знание норм выполнения конкретного типа задания</li> <li>• использует в основном соответствующий формат и стиль речи в процессе всего высказывания</li> <li>• относительно эффективно и убедительно передает идеи</li> </ul>	<p><b>Ответ</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• не совсем полон, имеются внутренние противоречия</li> <li>• используется некоторое число элементов-связок</li> <li>• число слов соответствует требуемому</li> </ul>	<p><b>Ответ</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• демонстрирует ограниченное владение словарным запасом и грамматическими конструкциями, которые студент должен использовать на требуемом уровне</li> <li>• содержит ошибки в лексике и грамматических структурах, не препятствующие пониманию</li> <li>• наличествуют ошибки в пунктуации, орфографии, правописании заглавных букв</li> </ul>
<b>2</b>	<b>Содержит критерии пунктов 3 и 1</b>				
<b>1</b>	<p><b>Ответ характеризуется недостаточностью передачи содержания или связности речи, или мало соответствует условиям задания.</b></p> <p><b>Данный уровень отвечает как минимум трем из следующих критериев</b></p>	<p><b>Ответ</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• частично соответствует условиям задания</li> <li>• содержит недостаточный объем информации из текста (письменного/аудио/ видео) в соответствии с заданием</li> <li>• демонстрирует непонимание цели задания и целевой аудитории</li> <li>• выстроен нелогично и непоследовательно</li> </ul>	<p><b>Студент</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• демонстрирует недостаточное знание норм выполнения конкретного типа задания</li> <li>• при формулировании высказывания использует несоответствующий формат и стиль речи</li> <li>• не может эффективно и убедительно передать идеи</li> </ul>	<p><b>Ответ</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• демонстрирует существенные логические противоречия и упущения</li> <li>• использование элементов-связок недостаточное или они употребляются неверно</li> <li>• число слов либо выше, либо ниже требуемого</li> </ul>	<p><b>Ответ</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• демонстрирует минимальное владение словарным запасом и грамматическим и конструкциями, соответствующими требуемому уровню</li> <li>• использует язык, который трудно понять из-за лексических и грамматических ошибок</li> <li>• демонстрирует незнание правил орфографии, пунктуации, правописания заглавных букв</li> </ul>
<b>0</b>	В качестве ответа студент присылает скопированные отрывки оригинала, или ответ не соответствует заданной тематике, или сдан пустой документ.				

### 3. Интегрированные рецептивные и продуктивные навыки:

Аудирование/чтение —→ говорение

Баллы	Общее описание	Содержание	Коммуникативные навыки	Презентация	Уровень владения языком
5	Ответ соответствует условиям задания с небольшими погрешностями в полноте высказывания и отвечает следующим критериям:	<b>Ответ</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• полностью соответствует условиям задания</li> <li>• содержит необходимую и достаточную информацию из текста (письменного/аудио/ видео) и ее анализ</li> <li>• демонстрирует отличное понимание цели задания и целевой аудитории</li> <li>• выстроен логично и последовательно</li> </ul>	<b>Студент</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• демонстрирует глубокое знание норм выполнения конкретного типа задания</li> <li>• использует соответствующий формат и стиль речи в процессе всего высказывания</li> <li>• эффективно и убедительно передает идеи</li> <li>• постоянно удерживает внимание целевой аудитории (монолог) или активно взаимодействует с партнером</li> </ul>	<b>Студент</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• демонстрирует четкое и естественное произношение</li> <li>• использует интонацию для эффективной передачи смысла</li> <li>• демонстрирует корректное использование фразового и словесного ударения</li> <li>• не проявляет явных колебаний</li> </ul>	<b>Ответ</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• демонстрирует уверенное владение разнообразными грамматическими конструкциями и обладает словарным запасом, соответствующим требуемому уровню</li> <li>• содержит незначительные ошибки, не влияющие на понимание</li> </ul>
4	Содержит критерии пунктов 5 и 3				
3	Ответ в целом соответствует условиям задания, но в нем частично отсутствует необходимая информация или присутствуют неточности. Данный уровень отвечает, как минимум трем из следующих критериев:	<b>Ответ</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• в основном соответствует условиям задания</li> <li>• частично содержит информацию из текста (письменного/аудио/ видео) в соответствии с заданием</li> <li>• демонстрирует трудности в понимании цели задания и целевой аудитории</li> <li>• присутствуют ошибки в логике и последовательности высказывания, не оказывающие серьезного влияния на передачу смысла</li> </ul>	<b>Студент</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• демонстрирует достаточное знание норм выполнения конкретного типа задания</li> <li>• использует в основном соответствующий формат и стиль речи в процессе всего высказывания</li> <li>• относительно эффективно и убедительно передает идеи</li> <li>• в основном удерживает внимание целевой аудитории или взаимодействует с партнером</li> </ul>	<b>Студент</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• демонстрирует в основном четкое и естественное произношение</li> <li>• использует интонацию, которая частично эффективна для передачи смысла</li> <li>• в целом точно использует фразовое и словесное ударение</li> <li>• в целом сохраняет непрерывность высказывания, несмотря на некоторые колебания</li> </ul>	<b>Ответ</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• демонстрирует ограниченное владение словарным запасом и грамматическими конструкциями, которые студент должен использовать на требуемом уровне</li> <li>• содержит ошибки в лексике и грамматических структурах, не препятствующие пониманию</li> </ul>
2	Содержит критерии пунктов 3 и 1				

<b>1</b>	<b>Ответ характеризуется недостаточностью передачи содержания или связности речи, или мало соответствует условиям задания. Данный уровень отвечает, как минимум трем из следующих критериев:</b>	<b>Ответ</b> • частично соответствует условиям задания • содержит недостаточный объем информации из текста (письменного/аудио/ видео) в соответствии с заданием • демонстрирует непонимание цели задания и целевой аудитории • выстроен нелогично и непоследовательно	<b>Студент</b> • демонстрирует недостаточное знание норм выполнения конкретного типа задания • при формулировании высказывания использует несоответствующий формат и стиль речи • не может эффективно и убедительно передать идеи • не может удержать внимание целевой аудитории или взаимодействовать с партнером	<b>Студент</b> • демонстрирует нечеткое произношение и/или неправильную интонацию, препятствующую ясному пониманию • не может поддерживать непрерывность высказывания из-за частых колебаний, которые мешают слушателям	<b>Ответ</b> • демонстрирует минимальное владение словарным запасом и грамматическими конструкциями, соответствующими требуемому уровню • использует язык, который трудно понять из-за лексических и грамматических ошибок
<b>0</b>	Говорящий не делает попыток ответить, или ответ не соответствует условиям задания				

### Говорение

	<b>Общее описание</b>	<b>Содержание</b>	<b>Коммуникативные навыки</b>	<b>Презентация</b>	<b>Уровень владения языком</b>
<b>5</b>	<b>Ответ соответствует условиям задания с небольшими погрешностями и в полноте высказывания и отвечает следующим критериям:</b>	<b>Ответ</b> • полностью соответствует условиям задания • демонстрирует отличное понимание цели задания и целевой аудитории • выстроен логично и последовательно	<b>Студент</b> • демонстрирует глубокое знание норм выполнения конкретного типа задания • использует соответствующий формат и стиль речи в процессе всего высказывания • эффективно и убедительно передает идеи • постоянно удерживает внимание целевой аудитории (монолог) или активно взаимодействует с партнером	<b>Студент</b> • демонстрирует четкое и естественное произношение • использует интонацию для эффективной передачи смысла • демонстрирует корректное использование фразового и словесного ударения • не проявляет явных колебаний грамотно использует широкий набор цифровых средств для задач устного выступления (если такое требование следует из логики задания) демонстрирует развитое умение создавать красочные и информативные графические элементы и иллюстрации (если такое требование следует из логики задания)	<b>Ответ</b> • демонстрирует уверенное владение разнообразными грамматическими конструкциями и обладает словарным запасом, соответствующим требуемому уровню • содержит незначительные ошибки, не влияющие на понимание
<b>4</b>	Содержит критерии пунктов 5 и 3				

3	<p><b>Ответ в целом соответствует условиям задания, но в нем частично отсутствует необходимая информация или присутствуют неточности. Данный уровень отвечает, как минимум трем из следующих критериев:</b></p>	<p><b>Ответ</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• в основном соответствует условиям задания</li> <li>• демонстрирует трудности в понимании цели задания и целевой аудитории</li> <li>• присутствуют ошибки в логике и последовательности высказывания, не оказывающие серьезного влияния на передачу смысла</li> </ul>	<p><b>Студент</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• демонстрирует достаточное знание норм выполнения конкретного типа задания</li> <li>• использует в основном соответствующий формат и стиль речи в процессе всего высказывания</li> <li>• относительно эффективно и убедительно передает идеи</li> <li>• в основном удерживает внимание целевой аудитории или взаимодействует с партнером</li> </ul>	<p><b>Студент</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• демонстрирует в основном четкое и естественное произношение</li> <li>• использует интонацию, которая частично эффективна для передачи смысла</li> <li>• в целом точно использует фразовое и словесное ударение</li> <li>• в целом сохраняет непрерывность высказывания, несмотря на некоторые колебания</li> <li>использует некоторый набор цифровых средств для задач устного выступления (если такое требование следует из логики задания)</li> <li>демонстрирует удовлетворительный навык создания красочных и информативных графических элементов и иллюстраций (если такое требование следует из логики задания)</li> </ul>	<p><b>Ответ</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• демонстрирует ограниченное владение словарным запасом и грамматическими конструкциями, которые студент должен использовать на требуемом уровне</li> <li>• содержит ошибки в лексике и грамматических структурах, не препятствующие пониманию</li> </ul>
2	<b>Содержит критерии пунктов 3 и 1</b>				
1	<p><b>Ответ характеризует ся недостаточностью передачи содержания или связности речи, или мало соответствует условиям задания. Данный уровень отвечает как минимум трем из следующих критериев:</b></p>	<p><b>Ответ</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• частично соответствует условиям задания</li> <li>• демонстрирует непонимание цели задания и целевой аудитории</li> <li>• выстроен нелогично и непоследовательно</li> </ul>	<p><b>Студент</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• демонстрирует недостаточное знание норм выполнения конкретного типа задания</li> <li>• при формулировании высказывания использует несоответствующий формат и стиль речи</li> <li>• не может эффективно и убедительно передать идеи</li> <li>• не может удержать внимание целевой аудитории или взаимодействовать с партнером</li> </ul>	<p><b>Студент</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• демонстрирует нечеткое произношение и/или неправильную интонацию, препятствующую ясному пониманию</li> <li>• не может поддерживать непрерывность высказывания из-за частых колебаний, которые мешают слушателям</li> <li>• даже при наличии необходимости не применяет цифровых средств для задач устного выступления</li> <li>• даже при наличии такой необходимости не применяет красочных и информативных графических</li> </ul>	<p><b>Ответ</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• демонстрирует минимальное владение словарным запасом и грамматическими конструкциями, соответствующим и требуемому уровню</li> <li>• использует язык, который трудно понять из-за лексических и грамматических ошибок</li> </ul>

				элементов и иллюстраций	
0	Говорящий не делает попыток ответить, или ответ не соответствует условиям задания				

### Письмо

	Общее описание	Содержание	Коммуникативные навыки	Композиция	Уровень владения языком
5	Ответ соответствует условиям задания с небольшими погрешностями в полноте высказывания и отвечает следующим критериям	<b>Ответ</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• полностью соответствует условиям задания</li> <li>• демонстрирует отличное понимание цели задания и целевой аудитории</li> <li>• демонстрирует ясную последовательность изложения мыслей при наличии уместных уточнений и подробностей</li> <li>• сопровождает диаграмму/схему корректными обозначениями (если такое требование следует из логики задания)</li> </ul>	<b>Студент</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• демонстрирует глубокое знание норм выполнения конкретного типа задания</li> <li>• использует соответствующий формат и стиль речи в процессе всего высказывания</li> <li>• эффективно и убедительно передает идеи</li> </ul>	<b>Ответ</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• полон и внутренне непротиворечив (композиция логична и последовательна, текст читается легко)</li> <li>• используется большое число элементов-связок</li> <li>• число слов соответствует требуемому</li> <li>• полностью соответствует правилам цитирования (APA) (если такое требование следует из логики задания)</li> </ul>	<b>Ответ</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• демонстрирует уверенное владение разнообразными грамматическими конструкциями и обладает словарным запасом, соответствующим требуемому уровню</li> <li>• содержит незначительные ошибки, не влияющие на понимание</li> <li>• ошибок в пунктуации, орфографии и правописании заглавных букв нет</li> </ul>
4	Содержит критерии пунктов 5 и 3				
3	Ответ в целом соответствует условиям задания, но в нем частично отсутствует необходимая информация или присутствуют неточности. Данный уровень отвечает как минимум трем из следующих критериев	<b>Ответ</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• в основном соответствует условиям задания</li> <li>• демонстрирует трудности в понимании цели задания и целевой аудитории</li> <li>• основные мысли раскрыты не полностью</li> <li>• сопровождает диаграмму/схему в целом корректными обозначениями (если такое требование следует из логики задания)</li> </ul>	<b>Студент</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• демонстрирует достаточное знание норм выполнения конкретного типа задания</li> <li>• использует в основном соответствующий формат и стиль речи в процессе всего высказывания</li> <li>• относительно эффективно и убедительно передает идеи</li> </ul>	<b>Ответ</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• не совсем полон, имеются внутренние противоречия</li> <li>• используется некоторое число элементов-связок</li> <li>• число слов соответствует требуемому</li> <li>• в целом соответствует правилам цитирования (APA) (если такое требование следует из логики задания)</li> </ul>	<b>Ответ</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• демонстрирует ограниченное владение словарным запасом и грамматическими конструкциями, которые студент должен использовать на требуемом уровне</li> <li>• содержит ошибки в лексике и грамматических структурах, не препятствующие пониманию</li> <li>• наличествуют ошибки в пунктуации, орфографии, правописании заглавных букв</li> </ul>
2	Содержит критерии пунктов 3 и 1				

<b>1</b>	<p><b>Ответ</b>  <b>характеризуется недостаточностью передачи содержания или связности речи, или мало соответствует условиям задания.</b>  <b>Данный уровень отвечает как минимум трем из следующих критериев:</b></p>	<p><b>Ответ</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• частично соответствует условиям задания</li> <li>• демонстрирует непонимание цели задания и целевой аудитории</li> <li>• выстроен нелогично и непоследовательно</li> <li>• не сопровождает диаграмму/схему какими-либо необходимыми обозначениями</li> </ul>	<p><b>Студент</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• демонстрирует недостаточное знание норм выполнения конкретного типа задания</li> <li>• при формулировании высказывания использует несоответствующий формат и стиль речи</li> <li>• не может эффективно и убедительно передать идеи</li> </ul>	<p><b>Ответ</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• демонстрирует существенные логические противоречия и упущения</li> <li>• использование элементов-связок недостаточное или они употребляется неверно</li> <li>• число слов либо выше, либо ниже требуемого</li> <li>• не соответствует правилам цитирования (АРА) (если такое требование следует из логики задания)</li> </ul>	<p><b>Ответ</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• демонстрирует минимальное владение словарным запасом и грамматическими конструкциями, соответствующими требуемому уровню</li> <li>• использует язык, который трудно понять из-за лексических и грамматических ошибок</li> <li>• демонстрирует незнание правил орфографии, пунктуации, правописания заглавных букв</li> </ul>
<b>0</b>	<p>В качестве ответа студент присылает скопированные отрывки оригинала, или ответ не соответствует заданной тематике, или сдан пустой документ.</p>				

### **3. Перечень типовых контрольных заданий для подготовки к текущему контролю по модулям, используемых для оценки знаний, умений, владений (навыков)**

#### **Английский для исследовательских целей (English for Research Purposes)**

Тема 1. Наука: вчера, сегодня, завтра

Аудиторная работа: дискуссия, сообщение и его обсуждение, проверка усвоения лексико-грамматического материала, проверка понимания содержания и структуры текста (статьи, лекции/сообщения); устное сообщение о передовых достижениях науки в своей области.

Самостоятельная работа: поиск и сбор информации по теме, работа с информационными ресурсами, изучение материалов практических занятий, чтение основной и рекомендованной литературы

Домашнее задание: написание эссе о выбранном научном направлении «(Наука: вчера, сегодня, завтра)», выполнения заданий, предусмотренных программой.

Тема 2. Основы научно-исследовательской деятельности

Аудиторная работа: обсуждение различных видов письменной научной коммуникации, категорий научных журналов, в том числе журналы «белого списка» ВАК, обсуждение вопросов и обмен мнениями о методах исследования и сборе данных для исследования.

Самостоятельная работа: поиск и сбор информации по теме; работа с информационными ресурсами, наукометрическими базами данных научной литературы (Scopus, Web of Science, Google Scholar, РИНЦ), описать этапы научного исследования, включая формулирование проблемы, гипотезы.

Домашнее задание: сбор и анализ данных, уметь находить, анализировать и использовать научные публикации и научные базы данных, провести анализ структуры выбранного научного текста, аннотированная библиография и библиографический список, выполнения заданий, предусмотренных программой.

Тема 3. Основные тренды современного академического письма

Аудиторная работа: чтение, проверка понимания содержания и смысла прочитанного текста, обсуждение жанров представления научной информации, рассуждения о гибридной и конвергентной природе современных жанров академического письма, дискуссии о современных трендах в научной коммуникации и академическом письме, устное комментирование визуальных данных (инфографики) в научной коммуникации, особенностей представления, описания и интерпретации графической информации в научных статьях.

Самостоятельная работа: поиск и сбор информации по тематике, работа с информационными ресурсами, чтение научных статей по профилю подготовки.

Домашнее задание: выбор жанра и составление аннотации к научной статье, работа с информационными ресурсами и источниками информации. составить и презентовать речь для лифта с учетом ее жанровых особенностей, выполнения заданий, предусмотренных программой.

Тема 4. Наука, технологии и инновации

Аудиторная работа: работа с текстами различной научной тематики, обсуждение, обзор научных статей, рассуждения о последних достижениях науки и техники; дискуссии о существующих проблемах в области защиты прав интеллектуальной собственности; аргументированное выражение мнения об авторском праве научных исследований и исключительном праве на научное произведение.

Самостоятельная работа: работа с текстом, дополнительное чтение, составление критического обзора научных статей, опубликованных в высокорейтинговых англоязычных журналах

Домашнее задание: подготовка сообщения о взаимосвязи науки и техники; подготовить обзор научных статей, выполнения заданий, предусмотренных программой.

#### Тема 5. Стратегии популяризации научного знания

Аудиторная работа: устанавливать коммуникативную связь с аудиторией используя специальные риторические приемы и изобразительные средства речи, направленные на улучшение восприятия информации слушателей; выступление с устными сообщениями о средствах популяризации науки; дискуссии о социальном значении научного волонтерства; рассуждения и обмен мнениями о научной журналистике и ее роли в популяризации науки; делать сообщения в жанре пресс-релиза и научно-новостного отчета.

Самостоятельная работа: работа с текстом различных стилей, подготовка сообщений, работа с различными информационными ресурсами и базами данных, чтение научно-популярных по профилю.

Домашнее задание: подготовить устное сообщение о научном явлении простым языком для любой категории слушателя, подготовка выступлений в жанре пресс-релиза и научно-новостного отчета, выполнения заданий, предусмотренных программой.

#### Тема 6. Этика научного исследования

Аудиторная работа: дискуссия, устное аргументированные высказывания и выражение аргументированного мнения о важности научной этики в исследовательской и публикационной деятельности; приводить в устной речи доказательства необходимости следования ключевым принципам научной и исследовательской этики; рассуждать о последствиях фабрикаций, манипулирования или искажения научных данных; объяснять типы нарушений в сфере этики научных публикаций; обмениваться мнениями о различиях между прямым цитированием, косвенным цитированием и перифразом,

Самостоятельная работа: работа с информационными источниками и базами данных, международными стандартами оформления цитирований; составление литературных обзоров по теме научного исследования.

Домашнее задание: подготовка к выступлениям на учебных занятиях, подбор информации, составить литературный обзор по теме научного исследования, выполнения заданий, предусмотренных программой.

## 5 семестр (осенний)

### Примеры заданий

#### 1. Лексико-грамматический тест

##### *I. Listening.*

1. *Listen to the report about the recent updates in science. Write down the numbers next to the items mentioned.*

\_\_\_\_\_ → the number of degrees (in Celsius) that the robot was subjected to in order to make it change form

\_\_\_\_\_ → the number of seconds that were required for the robot to change from solid to liquid form

2. *Answer the questions true (T), false (F) or not stated (NS).*

1. The robot can switch between solid and liquid states and move around by itself.
2. According to the team behind the study, potential uses for the robot include healthcare and electronics.
3. The team performed more than one type of experiment with the robot.
4. The robot has already been used to perform medical procedures on human beings.
5. Other microrobots made from different materials are being developed by the team.



## II. Vocabulary

### 1. Match words with their definitions

1. relevant	a. the range of a subject covered by a book, program, discussion etc.
2. concise	b. connected with what is happening or being discussed
3. scope	c. to stop something
4. cease	d. to help someone or support
5. acquire	e. the quality of being good
6. resistance	f. to give a good reason or to be a good reason for
7. assist	g. to behave towards someone or deal with something in a particular way
8. justify	h. fighting against what is attacking you, or refusing to accept smth
9. treat	i. to prove that something exists or is true, or to make certain that smth is correct
10. distinctive	j. easy to recognize because it is different from other things
11. verify	k. to get or obtain something
12. merit	l. short and clear, expressing what needs to be said

### 2. Fill in the gaps with the words in the box. There are **two extra** words.

sumptions	enroll	handle	assemble	alumni	genuine	implications
aspiration	scope	diverse	relevant	range	substantial	

- The newspaper aims to cover a .... of issues (2 words).
- We believe that genetically modified crops will have serious ... for the environment.
- How long would it take to ... a robot?
- Your argument is based on a completely false ...
- He has always shown a ... concern for all members of his research team.
- Do you know anyone of the Cambridge ...?
- Jane cannot ... at his local school because the class is full.
- I'm afraid it's out of the ... of my lecture.
- This position doesn't fit his career ....
- I recommend you to ignore that comment, it's not ...

### 3. Match the parts of the words to complete the definitions below.

Definition	Prefix / root	Root
I. result or effect	1. con	a. sequent
II. happening after smth else	2. out	b. read
III. to give the main ideas of smth without details	3. on	c. forward
IV. to improve, increase, or add to smth	4. under	d. consistent
V. look through and mark mistakes	5. in	e. tribute
VI. containing parts that do not match; not always behaving in the same way	6. sub	f. going

VII. continuing to exist or develop	7. out	g. visor
VIII. begin to do something, especially smth challenging	8. dis	h. come
IX. direct, honest, easy to understand	9. in	i. come
X. a teacher with responsibility for a particular student	10. proof	j. line
XI. money you get from working or investment	11. super	k. take
XII. get rid because you no longer need	12. straight	l. card

4. Fill in the gaps with a proper word from the previous task. Change the form of the word if necessary.

1. This work takes advantage of natural bacteria biosynthesis in a reproducible and ... (= clear) approach.
2. Chapter 17 discusses recent, ... (=current) research and future research challenges.
3. The most recent survey of rare birds was ... (=performed) in 2021.
4. The evidence given in the given paper was .... (= not matching) with the main argument of Smith & Brooks
5. In this journal, the authors are listed alphabetically, with the corresponding assumption that all authors ... (= give) equally to the paper.

5. Fill in the gaps with a preposition, if necessary

1. To come ... .... innovative solutions, research team members often engage in brainstorming sessions.
2. The study aims to fit ... the data into a mathematical model for accurate predictions.
3. The accuracy of the results heavily relies ... the precision of the measuring instruments used.
4. Ten influential scientists contributed ... the special edition of the journal.
5. Since 1901 the Nobel Prize has been awarded for achievements ... physics, chemistry, physiology or medicine, literature and for peace.
6. Researchers take advantage ... advanced technology to enhance their data analysis capabilities.
7. To delve ... the intricacies of the human brain, neuroscientists employ various imaging techniques.
8. Researchers modify .... the experimental conditions to eliminate potential confounding factors.
9. Recent studies have shown that children tend ... acquire language skills at an early age.
10. Heins & McCormack conducted extensive research ... the effects of climate change on marine ecosystems.

### III. Grammar

1. Choose the right answer

1. We ... living in this climate.  
a. are using to                      b. use to                      c. are used to                      d. used to
2. Are you used to ... before going to bed?  
a. be read                      b. be reading                      c. read                      d. reading

3. I used to ... thirty cigarettes a day.  
a. be smoking                      b. smoked                      c. smoking                      d. smoke
4. This restaurant ...very good but now, it isn't.  
a. was used to be                      b. used to was                      c. use to be                      d. used to be
5. Don't worry! You will soon ... living in such a crowded city.  
a. be used to                      b. get used to                      c. used to                      d. to get used
6. It is an old habit in my country that people ... drinking tea after each meal.  
a. are used to                      b. are getting used to                      c. to get used to                      d. were used to
7. There .... be so many people in the streets but now there is barely anyone.  
a. would                      b. used to                      c. were used                      d. is used
8. When we had a serious argument, Simon and I ... talk to each other for weeks.  
a. didn't use to                      b. wouldn't                      c. don't use                      d. used

2. *Insert a necessary article (a, an, or the). If the article is not needed, write -*

1. \_\_\_ method introduced by Smith et. al (2021) yielded \_\_\_ same results as \_\_\_ other method used by Johson & Li (2018).
2. \_\_\_ Human Genome Project was \_\_\_ exciting development towards \_\_\_ personalized medicine.
3. \_\_\_ smartphone has become \_\_\_ inalienable part of \_\_\_ modern existence.
4. Did you get \_\_\_ scholarship you applied for?
5. \_\_\_ third of our team is practicing hard \_\_\_ every day.
6. \_\_\_ chairperson of our department, Dr. James Jones, has his doctorate from \_\_\_ University of Nebraska.
7. \_ computers have changed \_\_\_ skills needed by \_\_\_ worker in \_\_\_ automobile industry.
8. \_\_\_ homework is \_\_\_ essential part of many university courses.
9. \_\_\_ water is necessary for all \_\_\_ forms of \_\_\_ life.
10. \_\_\_ tigers are \_\_\_ largest animas in \_\_\_ cat family.

3. *Put the following words in the plural.*

Axis, bacterium, nucleus, stratum, thesis, medium, focus, appendix, analysis, phenomenon

#### **IV. Reading**

1. *Match sentences A-H with gaps 1-7. There is one extra choice.*

- A. introducing material under the skin to produce protection against a disease
- B. by infecting someone first with cowpox and then with smallpox
- C. a terrible problem in many parts of the world
- D. a virus which produces fever and a rash
- E. MD from the University of St Andrews in 1792
- F. many honors from universities around the world
- G. due to a range of factors including better nutrition, housing and working conditions
- H. a mild illness caused by a virus related to smallpox

*Vaccine pioneers*

Average global life expectancy has more than doubled in the last two centuries (1) \_\_\_\_\_, as well as improved scientific understanding of the causes of disease and its prevention. The development of vaccines against common serious illnesses has saved many lives.

Edward Jenner (1749-1823) was an English doctor who developed a way to prevent smallpox, a highly contagious disease caused by (2) \_\_\_\_\_. Three out of ten people who caught smallpox died and survivors were left with terrible scars. Jenner was born in the English town of Berkeley. He left his hometown to study medicine, but then returned to Berkeley to work as a doctor. In 1796, a dairymaid came to see Jenner about a rash on her hand. Jenner immediately recognized that she was suffering from cowpox, (3) \_\_\_\_\_. Jenner had heard that people who caught cowpox seemed to be immune to smallpox and he wanted to test if this was true, (4) \_\_\_\_\_. He chose James Phipps, his gardener's 8-year-old son, for the experiment. So, he scratched the skin on Phipps' arm and rubbed in some live material from the dairymaid's cowpox rash. The boy became mildly ill but recovered quickly. Then Jenner introduced some live material from a smallpox sufferer's rash to Phipps' body in the same way. Phipps did not become ill with smallpox, even when Jenner repeated the procedure.

Jenner had established the basic idea of (5) \_\_\_\_\_. The process was named vaccination to acknowledge his work with cowpox – *vacca* means *cow* in Latin. Throughout his life, Jenner continued to work on this procedure and received (6) \_\_\_\_\_. Other scientists continued his work and improved the smallpox vaccine after his death, making it safer and more effective. Despite the availability of a vaccination, smallpox continued to be (7) \_\_\_\_\_. A campaign against smallpox was introduced by the World Health Organization (WHO) in 1959 but was not properly funded until 1967. Smallpox was not completely eradicated until 1980.

## 2. Answer the questions to the text.

1. What was the motivation behind Jenner's experiment with cowpox and smallpox?
2. How did Jenner test the theory that cowpox could provide immunity to smallpox?
3. What was the significance of Jenner's work in the field of medicine?

## 3. Complete the summary using the words below. There are extra words.

Edward Jenner (1749-1823) was an English (1)... who developed a method to prevent smallpox, a virus-based illness that (2) .... fever and a rash. In 1796, following a visit from a dairymaid, Jenner decided to (3) .... whether it was true that those who contracted cowpox appeared to be (4) .... to smallpox. He chose James Phipps, his gardener's 8-year-old son, for the experiment. Jenner introduced live material from a cowpox rash to James' body, and he found that he did not become ill with smallpox. Jenner's name is associated with this procedure – (5) ... . Despite the vaccine's success, smallpox remained a global (6) ..., with a campaign introduced by the World Health Organization in 1959 but not fully eradicated until 1980.

investigate	injection	physician	vaccination	immunity	concern	causes	resistant
-------------	-----------	-----------	-------------	----------	---------	--------	-----------

## 2. Individual Reading

A. Read a scientific article from Q1-Q2 Scopus and Web of Science-indexed journals and analyze each part of the paper according to the following plan:

### ***General information***

1. The name of the paper.
2. Publication type (conference paper, journal article, book chapter).
3. Subject area and category of the journal / proceedings.
4. Journal scope, Q ranking, h-index, country of origin.

The given information can be found on <https://www.scimagojr.com/>

### ***Abstract***

1. Analyse the abstract and say if it provides:
  - logical reasons for conducting the study;
  - the description of the methodology applied in the research;
  - concise and clear report of the findings;
  - a logical conclusion based on the results.
2. Does the abstract clearly describe the paper's objectives?
3. Does the abstract correspond to the information presented in the research paper?
4. Does the abstract contain any information that is not investigated in the paper?

### ***Introduction***

1. Does the author present the reasons for conducting the study?
2. Does the introduction include background information?
3. Is there a clear thesis statement in the introduction?

### ***Methods***

1. Are the methods presented clearly enough?
2. Were the standard or modified methods used?
3. If modified, were the changes explained effectively?
4. Did the author indicate the limitations and the problems that arose while using the chosen methods?
5. Are the selected methods appropriate for the given research paper?

### ***Results***

1. Are the findings adequate and logical?
2. Is the data presented precisely?
3. If there are any tables or diagrams, are they easily-understandable? Comment on them.
4. Are the results helpful for the understanding of the topic?

### ***Discussion***

1. Did the author meet the objectives?
2. If the author did not meet the objectives, do they provide any explanation for that?
3. Are the findings interpreted adequately?
4. Is the author biased?
5. Does the author discuss the percent of errors that might occur while conducting the research?

B. Present your research paper analysis in class (a speech + PowerPoint Presentation).

Time limit: 7-10 min.

Your presentation should contain the following slides:

- 1) The title of the paper and its authors
- 2) Information about the journal (quartile, impactfactor, h-index, publisher)
- 3) Reasons for conducting the study and its purpose. Indicate why it is important in your field

- 4) Study procedure / design / experiment
- 5) Key results (2-3 slides)
- 6) Study application or/and the potential for future research
- 7) Thank you slide with personal contacts

Maximum: 10 slides

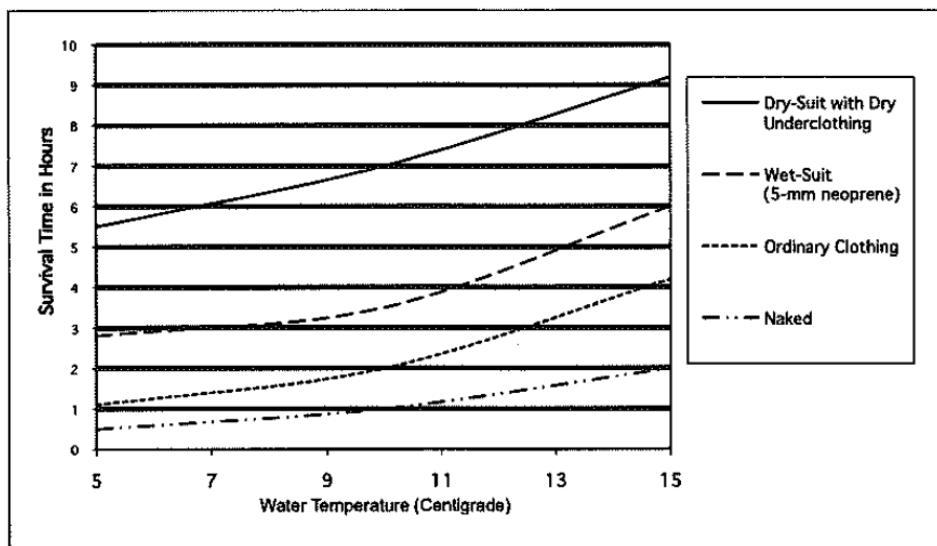
### 3. Written Assignment: Data Commentary

Write caption and data commentary for any of the visuals in Data Commentary Options

(<https://lms.mipt.ru/mod/page/view.php?id=188245>)

#### OPTION 3

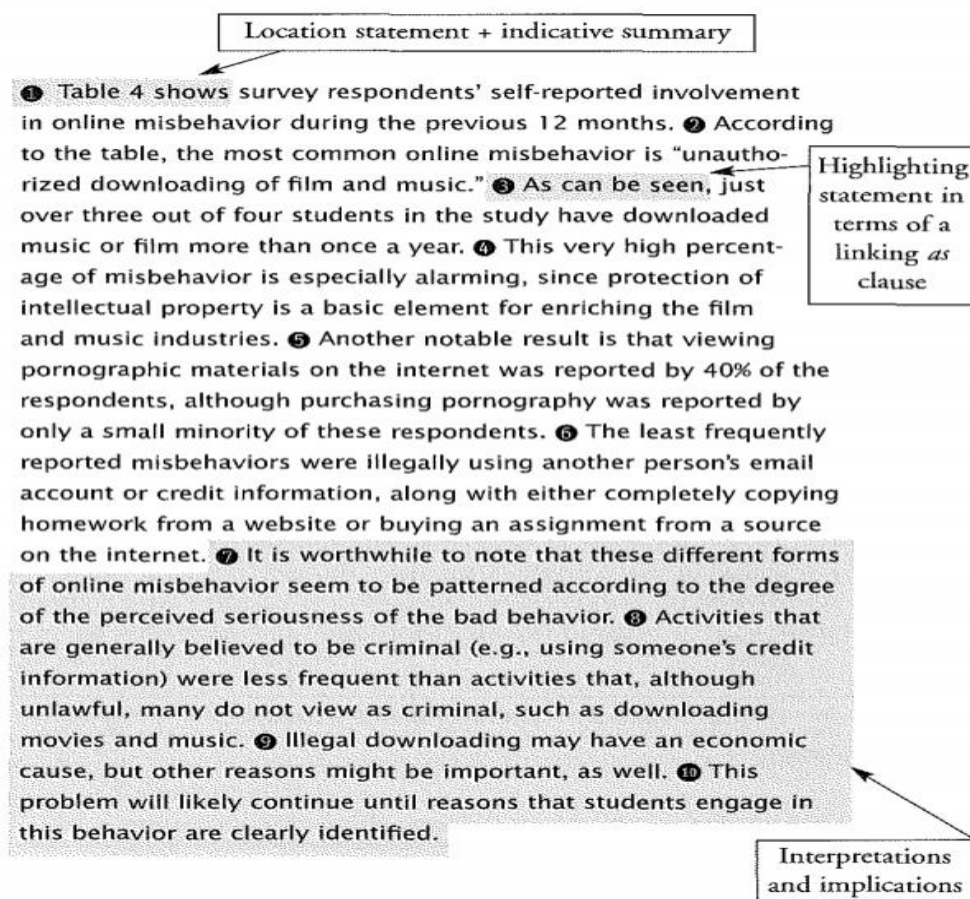
Topic: survival time in water



Follow the given structure:

- location statement + summary sentence;
- highlighting statements;
- discussion/interpretation+hedging.

Example of data commentary:



## 6 семестр (весенний)

### Примеры заданий

#### 1. Лексико-грамматический тест

##### 1. Listening

##### 1a. Listen to the audio and define the main idea

- 1) astronomers have observed a distant galaxy, which might be covered by a deep-water ocean.
- 2) how the James Webb telescope gathers information about distant planets.
- 3) scientists have located a new exoplanet that is potentially comprised of extremely hot water.

##### 1b. Listen the audio again and answer the following questions.

- 1) Which two gases were found in the exoplanet's atmosphere?
- 2) How far is the exoplanet?
- 3) What is the name of the planet?
- 4) What breakdowns are captured by the satellite?
- 5) What is lacking in the atmosphere that provides for the existence of an ocean?
- 6) Which substance is believed to make up the seabed?

#### 2. Listen to the audio 2 and decide if the following statements are True or False

- 1) Tech company, Baidu has seen a significant increase in the number of projects involving virtual influencers and performers in the past year.
- 2) The cost of creating virtual individuals has increased in the past year.

- 3) Li Shiyan, head of Baidu's virtual people and robotics division, expects the virtual human industry to decline in the coming year.
- 4) At least 36 % of consumers in China watched a digital celebrity or influencer perform in the past year.
- 5) The rise of virtual influencers and performers poses a threat to real people's job in the entertainment industry.
- 6) It's important for businesses to ensure the use of virtual talent is transparent and accountable.

## ***II. Reading***

**3a. Read the text and match the methods mentioned with the correct heading. There is one extra heading.**

- a. Using leftover food material
- b. Using the power of the sun
- c. Using energy created by movement
- d. Using the power of the ocean
- e. Using something similar to a plant

### ***Unusual ways of generating energy***

1. A popular way of keeping fit and having fun around the world, dancing could also help to solve the energy crisis. Clubs in Japan have experimented with special dance floors that generate a type of kinetic energy using crystals. While this sounds a little strange, there has already been a success in creating lighting effects through the movement of clubbers as they enjoy a Saturday night out. Imagine being able to create your own disco lights with your dance moves! Glowing roads
2. Also known as smart roads, this technology involves covering roads and bicycle paths with a special light sensitive material. The technique has been used in the Netherlands, in which cycle lanes absorb solar energy during the day and, using the collected power, glow at night, reducing the need for street lights. Smart road tech could also power electric cars with glass solar panels, although replacing road surfaces around the world could take quite a while!
3. Human bodies let off a lot of heat. Just think of the last time you were feeling cold, and huddled with a loved one for warmth. A crowd of people can turn a nightclub in winter into a sweaty, unpleasant experience. In Stockholm, engineers have figured out a way to harness the body heat of people commuting to work. The city's railway station has been fitted with a special ventilation system that captures this collected heat and transfers it to a nearby office building.
4. Biofuel is one of the more promising alternatives to traditional fossil fuels, such as oil or gas. By using waste material, for example, leftover coffee beans or fat from chocolate production, vehicles can be powered and homes can be heated. Using leftover materials from food production is a good way to avoid some of the disadvantages of biofuel production, including the high cost of growing special crops and associated pollution. However, most kinds of biofuel will contribute to global warming, even if they are less destructive than traditional fuel sources.
5. A tiny organism that can be found in sea and freshwater around the world, algae could be a potential solution to our energy problems. With a high heat content compared to food sources such as sugar or corn, algae could have many applications, including use as biofuel to power planes or cars. These plant-like organisms use a natural process to convert sunlight into energy, creating fatty acids and nutrients which, in turn, can be converted into fuel. This alternative energy source has been studied for over 50 years, and could offer a reliable method of generating power.



Drawbacks include additional ingredients, like fertilizers, which may not be easy to get hold of, and a large amount of land and water that is necessary in order to grow the organism at an industrial level.

**3b. Read the text again. Complete the sentences with between ONE to THREE words from the article.**

1. As well as being popular as a method of keeping fit, dancing could help \_\_\_\_ the energy crisis.
2. Clubbers enjoying a Saturday night out have been able to create \_\_\_\_ by moving.
3. Smart Road technology can involve \_\_\_\_ roads and cycle lanes with a special light sensitive material.
4. The technology could also allow \_\_\_\_ to be powered with glass solar panels.
5. Too many people can make a trip to a nightclub a sweaty, \_\_\_\_ experience.
6. A method of harnessing commuters' body heat has been discovered by \_\_\_\_ in Stockholm.
7. By using \_\_\_\_ from coffee or chocolate production, homes can be heated and vehicles powered.
8. Most kinds of biofuel tend to be less \_\_\_\_ than traditional fuel sources.
9. Found in both \_\_\_\_ environments, algae could be a solution to the energy crisis.
10. There are some \_\_\_\_, such as the need for additional ingredients like fertilizers.

**III. Vocabulary**

**4. Use the words on the right to build word forms needed on the left.**

1. Maintaining ____ in experimental design and data analysis is essential for advancing scientific knowledge.	rigorous
2. Governments can ____ innovation by providing grants to researchers and businesses.	incentive
3. Universities should ____ their research portfolios to encompass a wider range of STEM disciplines.	diversity
4. He suggested that we ____ funds to other projects.	
5. With smart technology, a range of household ____ and systems can be monitored and controlled.	apply
6. The fellowships are granted to ____ with outstanding academic merit	
7. ____ integration of different software systems is crucial for efficient data sharing and collaboration.	seam
8. The new drug has demonstrated a ____ increase in efficacy compared to existing treatments.	ten
9. social media can ____ the impact of scientific discoveries by reaching a wider audience and fostering discussion.	magnitude
10. Data compression algorithms can ____ large amounts of data without compromising its integrity.	volume

**5. Fill in the prepositions, where necessary.**

1. The paper reported \_\_\_\_ 9 experiments.

2. Not all papers will be considered worthy \_\_\_\_ publication.
3. Let's consider the ratio of Y \_\_\_\_ X.
4. They guarantee that research will be published regardless \_\_\_\_ results.
5. We need to eliminate \_\_\_\_ waste and inefficiencies from the process.
6. The weather can affect \_\_\_\_ our mood and behavior.
7. The new technology paved the way \_\_\_\_ advancements in healthcare.
8. He excels \_\_\_\_ chemistry.
9. The interviewees were randomly allocated \_\_\_\_ one of the five groups.
10. Researchers often resort \_\_\_\_ advanced statistical methods to analyze complex data sets

#### **6. Match words and their definitions**

1. key word
  2. impact factor
  3. academic journal
  4. affiliation
  5. DOI
- 
- a. an index based on the frequency with which a journal's articles are cited in scientific publications
  - b. a significant word from a title or document used especially as an index to content
  - c. information about the scientific organization based on which the author conducts the research.
  - d. unique identifier for digital objects, making them easily traceable lifetime.
  - e. journal in which the articles have been evaluated by peers prior to publication to assess their quality and suitability

#### ***IV. Writing strategies***

##### **7. Define the purposes of using quotations in the following sentences:**

1. support for an argument or point of view
  2. explanation of a point, item, etc.
  3. introduction of a point or viewpoint
  4. exemplification of the point being made
- 
- a. According to Lui, there are 'two approaches to language: sentence linguistics and discourse analysis' (Lui 2019: 132).
  - b. For example, they argue that 'learning strategies have to be learned in exactly the same way as other complex cognitive skills' (O'Malley, McIntire 2020: 289).
  - c. Thus, in contrast to American structuralist views on language, language was viewed as purposeful activity related to goals and situations in the real world. "The language which a person originates ... is always expressed for a purpose" (Frisby 2007: 16).
  - d. K. Anderson explains that 'the move from declarative to procedural knowledge takes place in three stages: 1) the cognitive stage; 2) the associative stage; 3) the autonomous stage' (Anderson 2015: 174).

**8. Rewrite the following sentences using Hedging techniques. Each sentence should contain a different technique**

1. People aged under 25 tend to use the internet more frequently than older people.
2. Coral reefs are seriously affected by rises in sea temperature.
3. Solar power offers a solution to producing clean, cheap energy in developing countries.
4. The study shows that bilingual children have better memory skills than children who only speak one language.
5. Taking a lot of vitamin C will help overcome a bad cold.
6. The Earth's tilt was caused by a collision with another planet during its formation billions of years ago.
7. Electronic portfolios, or ePortfolios, have become very popular in recent years for showcasing one's skills and achievements online. Employers in the USA are interested in the concept of ePortfolios.

**9. As a proofreader, put article *the* or *0* article in the gaps**

1) \_\_\_ researchers have a very privileged position as they are paid to do what they like doing. 2) \_\_\_ researchers in industry tend to be paid more than 3) \_\_\_ researchers at university. 4) \_\_\_ researchers at Manchester University are studying ways to improve English as a language of international business communication: the project is called Bizglish. 5) \_\_\_ only researchers in the project who are not being sponsored by the British government are those from abroad. 6) \_\_\_ Researchers who started the project have now all left the team.

**2. Science in Simple words (watching + speaking)**

***Watching:***

**Ex. 1. Pre-watching discussion**

1. Have you ever tried to communicate a piece of scientific information to lay public, for example, to your school friend or a family member?
2. Did you manage to make them understand you? What difficulties did you have? Did you find it challenging to keep the person interested?
3. Explaining his ideas, Fergus McAuliffe mentions his associations with the words “model” and “significant”. What contexts and associations come up first to your mind?
4. Fergus also mentions one person when he makes a joke. Find out who Bear Grylls is.

**Ex. 2. Vocab preview: Match the words to their meanings or synonyms.**

ambiguous	(formal) to copy
a bond	(formal) to start again
a cardiac arrest	a heart attack
askew /ə'skju:/	at an angle instead of straight
convoluted	complicated; difficult to understand
shiver	get sth back
tangible	not clear and therefore capable of being understood in more than one way
to blur	
to captivate	real; easily seen, felt, or noticed

to clink	strong
to embrace sth	strong connection
to handle sth	to accept sth
to reckon	to believe that smth is true
to regain	to deal with sth
to repel	to make a short ringing sound
to replicate sth	become less clear and sharp
to resume	to keep smb's attention by being interesting, attractive etc.
tough	damaged or destroyed
wrecked	a sudden shaking movement of your body because you are cold, frightened etc
	to keep smth away

**Ex. 3. Predicting grammar: in these extracts from the speech, put the verbs in the form you find appropriate. While watching, check your predictions.**

1. ... in the 1800s and early 1900s artists, poets and scientists (**engage with**) the public. Scientists (**tell**) stories of their latest works.
2. Scientists began (**spend**) more time (**research**) and less time (**engage with**) the public.
3. A few weeks ago, I (**work**) on a draft paper with my supervisor... and he kept on (**pull**) me up on areas where my scientific writing wasn't of a good enough standard.
4. So, this was me (**communicate**) as a scientist and I (**not be able**) (**step away**) from the objective language...
5. ... a few weeks ago, I found myself (**go over**) to a science communication competition where I (**have to connect**) with scientists and the public at the same time.
6. If your heart (**stop**) (**beat**), that (**be**) cardiac arrest leading to death.
7. What if you (**not need**) a beating heart (**be**) alive?
8. When the cells in our body (**freeze**), they (**dehydrate**).

### **Watching – TED Sharing science through story Fergus McAuliffe at TEDxDublin**

**Ex. 4. Questions.**

1. The speaker is from Ireland. When you watch, pay attention to how Fergus McAuliffe pronounces “duck”, “does”, “first”. Could you understand an Irish / Scottish accent easily?
2. Why did the Royal Institution have to make Albemarle Street one-way? How does the speaker describe the connection between scientists and the public back then in the 1800s and early 1900s?
3. Why did the connection between scientists and the public weaken?
4. What are the three barriers to science communication mentioned by the speaker?
5. Why does the language of science have to be objective?
6. How did the speaker communicate warm feelings to his girlfriend?
7. What tool can help to overcome the barrier of effective science communication? Why does the speaker find this tool to be powerful?

8. Why does the presenter believe that scientists must not be afraid of simple language?
9. What oldest tools of communication does the speaker mention in the conclusion?
10. What competition did the speaker take part in? What were the rules?
11. Be ready to retell the wood frog story.

**Ex. 5. Check your predictions on grammar in Ex\_3.**

**Ex. 6. Match two halves of the phrases used in the video.**

a block	and forth
a cube	arrest
to send back	below zero
cardiac	between life and death
cells resume	bond
clash	connection
draft	death
iris	for interpretation
inbuilt	of cheese
room	of context
statistically	of ice
strong	paper
tangible	with proportional force
to blur the line	safety mechanism
to cheat	significant
temperatures drop	the colored part of an eye
to evolve	the solution
to repel	their function

**Ex. 7. Further discussion.**

1. In your area of study, think of one phenomena / law / theory / experiment that would suit well to create a story.
2. What was the last lecture/conference/presentation where you got bored and distracted? What was wrong with that speech?
3. Do you have your own tips on how to communicate science effectively?

**Speaking:** Pick a topic (or suggest yours) and prepare a creative explanation for no longer than 3 mins. In small groups or solo.

Use analogies, anecdotes, metaphors, thought experiments, stories, etc. It should be a pop-science talk for non-experts.

*Possible topics:*

1. What is quantum computing and how does it work?

2. Why do planets have rings and are all the ring systems in the Solar System of the same structure?
3. Why do all planets orbit the Sun in more or less the same plane?
4. What are black holes and why do they break the laws of Newtonian physics?
5. Can mirages happen on Mars or Venus and why?
6. What are massless particles and how do they behave in a gravitational field?
7. Why do we find positive and negative terminals in a battery, while plugs and sockets have none?
8. How does Siri (or any other virtual assistant) recognize human voice?
9. Why does a rainbow have the shape of an arch?
10. Wave-particle duality. When and why do micro particles show wave-like or particle-like properties?

### **3. Written Assignment: Literature Review (Reading + Writing)**

**Look at the samples below and identify the genre (Literature Review? List of References? Annotated Bibliography? Critique?)**

#### *Sample 1*

Samuels and Buncle (2006) found that 18 year olds were not very engaged in politics in Australia. However, by 2012, a number of studies had located some changes in the voting patterns of the age group (Hodges 2012; Leong 2009; Magnussen 2009; Nyugen 2011), while some others (Rippleside 2010; Tropea 2014; Underwood 2011) concluded that in several states of Australia, there had been very little change. It appears there are regional variations in voting behaviours among 18 year olds, depending on the state or territory of Australia. One striking example is in Victoria, where in 2004, when 90% of 18 year olds voted for the first time (Rippleside, 2010:15). In 2013 this proportion had dropped to 47%, which was a very significant change. The reason for this, Rippleside argues, is that survey responses showed overwhelmingly the interviewees said they were too busy working to remember to vote (2013:16).

#### *Sample 2*

1. Allen, Douglas W. (1992) "Marriage and Divorce: Comment," *The American Economic Review*, 82(3) (June): 679-685.
2. Angrist, John D. and William N. Evans (1998) "Children and Their Parents' Labor Supply: Evidence from Exogenous Variation in Family Size," *The American Economic Review*, 88(3) (June): 450-477.
3. Becker, Gary S., Landes, Elisabeth M. and Robert T. Michael (1977) "An Economic Analysis of Marital Instability," *Journal of Political Economy*, 85(6) (December): 1141-1187.
4. Bedard, Kelly and Olivier Deschenes (2003) "Sex Preferences, Marital Dissolution and the Economic Status of Women," forthcoming in the *Journal of Human Resources*.
5. Blau, David M. and Philip K. Robins (1988) "Child-Care Costs and Family Labor Supply," *The Review of Economics and Statistics*, 70(3) (August): 374-381. Brinig, Margaret F. and F.H.
6. Buckley (1998) "No-Fault Laws and At-Fault People," *International Review of Law and Economics*, 18(3) (September): 325-340.

### **B. Match the samples above with their function:**

- a) provides the information for the readers to be able to find the cited sources

- b) provides context for your research by summarizing and analyzing key studies and theoretical concepts related to your research question
- c) provides information about a list of sources (source+commentary), including possible evaluation. Can be written either for personal use or published.

**C. Match the literature review types to their descriptions.**

<b>Historical Review</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· statistical synthesis of data from various studies, allowing researchers to draw more precise and generalizable conclusions by combining data from multiple sources</li> <li>· valuable when the aim is to quantitatively measure the effect size or impact of a particular intervention, treatment, or phenomenon.</li> </ul>
<b>Narrative Literature Review</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· provides an in-depth evaluation of existing literature, scrutinizing sources for their strengths, weaknesses, and relevance</li> </ul>
<b>Critical Review</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· focuses on the evolution of a topic over time, tracing its development through past research, events, and scholarly contributions</li> </ul>
<b>Meta-analysis</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· descriptive; provides a broad overview of a topic without following any specific methodology</li> <li>· enables to present a simple, organized text with key points, theories, and conclusions drawn from existing literature on the subject</li> <li>· could lead to bias due to the subjective nature of selection and interpretation of knowledge</li> </ul>
<b>Scoping Review</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· follows a structured approach to gathering, analyzing, and synthesizing the information collected</li> <li>· has specific, predefined criteria for choosing literature across multiple databases</li> </ul>
<b>Systematic Literature Review</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· do not seek to answer specific research questions but rather explore broader topics</li> <li>· aims to map existing literature on a topic and provides researchers with an overview of available evidence, enabling them to identify potential gaps in research</li> </ul>

**D. The sentences below come from a Review of the Literature. In each case, decide which sentence (a or b) you prefer.**

- (1a) X and Y are known to be characteristic of Z [Bach, 2014].
- (1b) X and Y are characteristic of Z [Bach, 2014].
- (2a) X and Y were once used in the Middle East and the Far East [Bakali, 2012].
- (2b) The use of X and Y has been ascertained in various regions of the Middle East and the Far East [Bakali, 2012].
- (3a) Also X and Y contain a small quantity of Z [Yamashata, 2013].
- (3b) Also X and Y have been reported to contain a small quantity of Z [Yamashata, 2013].
- (4a) In the literature the detection of X has also been reported in ceramic artifacts [Santana, 2014, McLaughlin 2015].
- (4b) X has also been identified in ceramic artifacts [Santana, 2014, McLaughlin 2015].
- (5a) In archaeological findings the occurrence of X may be correlated to Y [Shankar 2011, Hussein 2015].

(5b) Several authors [Shankar 2011, Hussein 2015] have suggested that in archaeological findings the occurrence of X may be correlated to Y.

**F. Delete any unnecessary phrases in this extract from the Review of the Literature.**

*You only need to delete phrases – do not make any other changes.*

In a very interesting paper, MacNamara (1967) stressed the need to consider the degree of bilingualism not as a unitary component, rather as a level of competence in writing, reading, speaking and listening. In this view, bilingual competence is seen as a continuum in which individuals may vary in the degree of proficiency for each of the four linguistic skills. Several descriptors have been described in the literature that are used to define proficient or less proficient bilinguals. One of the most common, as reported in many papers, describes balanced bilinguals as those who have an equal mastering of both languages (Lambert, Havelka & Gardner, 1959; Starsky and Hutch, 1970; Bobzyer Uncle, 2011). Several authors in the more recent literature have argued that balanced bilingualism is very rare (see for example the following two works: Beatens Beardsmore, 1982; Grosjean, 1997). Thus, according to the literature taken as a whole, bilingual individuals may be more dominant in one language (L1) and have their second language (L2) as the subordinate language.

**Reading:**

**G. We want you to approach this task as if you were a junior researcher doing a study of endangered species. You are now beginning to think about the literature on butterflies. Read through these summaries of research on the butterfly Mitchell's Satyr. Read the very short abstracts and then consider the questions and writing task after them.**

**State of Michigan website 2002**

Mitchell's Satyr is one of the world's rarest butterflies, today found only in the northern U.S. states of Michigan and Indiana. Mitchell's Satyr is a dark, chocolate brown butterfly with eyespots and two reddish bands on its underwing. It only flies for three weeks each year, typically in the first three weeks of July. It is a federally endangered species. It needs a special kind of wetland habitat consisting of sedge fens with scattered trees.

**Glassberg, J. 1993**

Mitchell's Satyr was eliminated in the 1980s from its last remaining fens in the state of New Jersey because of collecting pressure by butterfly collectors.

**U.S. Fish and Wildlife Service: Federal and State Endangered and Threatened Species Expenditures 2000**

Mitchell Satyr was listed as federally endangered in 1992. No endangered species can be collected without a special permit. In 1999, the federal government spent \$65,000 on protecting Mitchell's Satyr and the states \$22,000.

**Shuey, J.A. 1997**

Of slightly more than 30 known historical populations, eleven existing populations are known from southern Michigan and one from northern Indiana. While some populations have been lost through habitat loss, no overt case of extinction is obvious.

**J. Szymanski, J.A. Shuey, and K. Oberhauser, 2004**

Population sizes are small, and they occupy small areas of the fens. Neither males nor females fly very fast. These factors make them vulnerable to disturbance.

**Barton, B. 2007**



After considerable research, we know that 17 populations survive in Michigan and two in Indiana (Hyde et. Al, 2001). Unfortunately the remaining sites are small and isolated from one another. Another problem is that it is also not fully clear which plants the butterfly larvae feed on. Immediate recovery efforts should focus on improving and enlarging existing habitats; over the longer term, possible ways of connecting some of the existing populations need to be explored.

*Task:*

- 1. Formulate a research question.*
- 2. What point could you make by using literature in these summaries? List as many arguments as you can.*
- 3. Pick one argument from the list you created. Write a paragraph of a literature review to support the chosen argument.*
- 4. Provide a suitable introductory sentence.*
- 5. Provide several body sentences, referring to the given literature. Paraphrase the entries; do not use the same words or quotations.*
- 6. Which type of a literature review is this?*

**Writing:** Write a literature review (250-300 words) on a topic of your interest. Use PHRASE BANK at <https://www.ref-n-write.com/blog/literature-review-section-academic-phrases/>

#### 4. Перечень типовых контрольных заданий, используемых для оценки знаний, умений, навыков при промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация по дисциплине «Английский для исследовательских целей (English for Research Purposes)» проводится в письменной и устной форме, в конце каждого семестра: в 5 – в форме зачета, 6 – в форме дифференцированного зачета.

#### 5 семестр (осенний) – зачет

### Примеры заданий

#### Устная часть:

Подготовить устное монологическое высказывание на две темы, изученные в 5 семестре

#### Перечень тем:

1. Criteria for being scientific.
2. Peer review types.
3. Typical paper structure.
4. Scientific databases (Scopus, Web of Science, PubMed, РИНЦ )
5. Predatory and well-reputed journals.
6. Science indexes (h-index, impact factor).
7. Research team.
8. Types of visuals in a scientific paper.
9. The most important discovery / invention.
10. A great scientist.
11. Nobel and IgNobel award.
12. Actual trends in academic writing.
13. Steps in academic career: types of degrees; postdoc; tenure.
14. Academia vs industry: pros and cons.
15. Elevator pitch as a genre.
16. Research methods and data collection.

#### Письменная часть:

Напишите аннотацию простыми словами (Lay Abstract) к научной статье, посвященной актуальной проблеме в Вашей области знаний объемом 150-200 слов. Используйте научный стиль изложения, однако избегайте излишне сложных терминов и профессионального жаргона. Аннотация должна быть понятной и доступной для широкой аудитории.

#### Пример статьи

npj | microgravity

Perspective

Published in cooperation with the Biodesign Institute at Arizona State University, with

the support of NASA

<https://doi.org/10.1038/s41526-024-00431-2>

Perspectives on the physics of late-type stars from beyond low earth orbit, the moon and mars



Check

Savita



& Ângela R. G.

Recently stellar physics has gone through a revolution. Interestingly, a large number of exciting discoveries have been made by missions whose main goal was not to study stars themselves, but rather to detect exoplanets around them. In particular, a lot of progress has been reached thanks to the high-quality data collected by space telescopes accurately measuring stellar brightness to detect planetary transits in front of the host star, such as ESA (European Space Agency) CoRoT (Convection, Rotation, and Transits)<sup>1</sup>, the NASA (National Aeronautics and Space Administration) Kepler/K2 mission<sup>2,3</sup>, and now the NASA TESS mission (Transiting Exoplanets Survey Satellite)<sup>4</sup>. For example, they provided new insights into the nature of stellar magnetic activity revealing the connection between stellar photometric variability, rotational period and temperature, see, e.g., refs. 5–8, led to the discoveries of super flares in solar-like stars<sup>9,10</sup> and even allowed probing deep layers of stars thanks to asteroseismology<sup>11–13</sup>. They also opened a debate on how stars spin down as they age and on how to connect stellar ages

with rotation and magnetic activity<sup>14–18</sup>. Studies of stellar magnetic activity go in hand with solar physics since they allow us to put the Sun in the context of other stars<sup>19,20</sup>, and to understand its magnetic past and future<sup>21</sup>, and the resulting environment in the solar system. Indeed, the development of life and habitability can be affected by the magnetism of the host stars, which can contribute to the loss of their atmospheres and change the architecture of the systems, e.g. refs. 22–24. In addition, magnetic activity and rotation can hamper planet detection, e.g., refs. 25.

Another highlight concerns evolved solar-like stars (subgiants and red giants), where thanks to the study of mixed modes, that behave as acoustic modes in stellar envelopes and as gravity modes in the radiative interiors, we can probe the core of those stars, e.g., refs. 26. By studying the pattern of these mixed modes in red giants, we are now able to distinguish between a red giant burning the core, e.g. refs. 27. We can also retrieve information on the stellar rotation in the core of red giants and subgiants, e.g., refs. 28–30. While these are extremely important progresses that were made in the last decade, they open even more questions about the evolution of those stars, in particular on the transport of angular momentum. The current models do not reproduce the observed rates in the cores of subgiants and red giants, highlighting the need to improve the theoretical models though some progress is being made e.g., refs. 31,32.

Stars are the building blocks of the universe. Their precise understanding and characterization is key for the study of the evolution of planetary systems and of our Galaxy (also known as galacto-archeology). Asteroseismology being able to provide stellar fundamental parameters with a high precision is invaluable for these other fields. But to reach such precision on mass, radius, and age, we need to be able to detect individual modes, which requires observations as long as possible with as few gaps as possible in the data.

Future missions led by ESA, PLATO (PLANetary Transits and Oscillations of stars; scheduled for the end of 2026)<sup>33</sup>, and NASA, Roman Space Telescope<sup>34</sup>, will provide data crucial to advance the field in many of these aspects. Nevertheless, the ESA Human and Robotic Exploration (HRE) would be a great opportunity to go beyond with EUV (extreme ultraviolet) or develop stellar imager instruments for Beyond Low-Earth Orbit (BLEO), the Moon and/or Mars experiments that are not part of any future selected mission so far.

Below, we will first go through the current key knowledge gaps in stellar physics, then discuss the priority for future space programs, and finish with a summary.

### **Key knowledge gaps**

Previous space missions such as CoRoT, Kepler/K2, and now TESS showed and are still showing the power of asteroseismic analyses. While providing new insights into stellar evolution, internal structure, and dynamics of stars from the main sequence (MS) to the red giants (RG), these observations opened new questions. We focus here on key knowledge gaps in late type stars.

---

<sup>1</sup> Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC), La Laguna, Tenerife, E-38205, Spain. <sup>2</sup> Departamento de Astrofísica, Universidad de La Laguna (ULL), La Laguna, Tenerife, E-38206, Spain. <sup>3</sup> Instituto de Astrofísica e Ciências do Espaço, Universidade do Porto, Universidade do Porto, CAUP, Rua das Estrelas, Porto, PT4150762, Portugal. e-mail: [smathur@iac.es](mailto:smathur@iac.es)

### Core-envelope coupling in solar-like stars

One of the unexpected findings prompted by Kepler was the bimodality of the rotation-period distribution for stars in the unsaturated regime<sup>5,35</sup>. This bimodality results in a gap at intermediate rotation and is now known to be related to stellar evolution. Using clusters, for which ages can be accurately determined, the rotation evolution of K stars was found to stall between ages of 0.6 and 1 Gyr<sup>16</sup>. While the rotation sequence of young clusters is monotonic with stellar mass, this behavior is not found for old clusters: their rotation sequence exhibits a kink, e.g., refs. <sup>36</sup>, <sup>37</sup>. The older the cluster the lower the mass where the kink locates. These three observational features are thought to be related.

The most accepted explanation for these observations is a mass dependent core-envelope coupling<sup>38</sup>. The angular momentum transport between the fast core and the slow envelope during the coupling would result in a temporary stall in the surface spin-down. The observations of the intermediate-rotation gap are consistent with this hypothesis, particularly because it is not observed in fully convective stars<sup>39</sup>, where a core-envelope coupling would not occur. Nevertheless, to better map this transition and understand the physical processes behind it, more observations are needed namely for stars or clusters with reliable stellar ages.

### Sun in transition

The Kepler observations allowed us to measure the surface rotation of a large sample of MS low- and intermediate-mass stars, e.g., refs. <sup>5,8</sup>. These observations also provided the most precise ages for a subsample of stars thanks to asteroseismic studies<sup>40</sup>. By comparing these ages with those computed from gyrochronology relations—empirical relations between stellar rotation and age based on young stars and clusters as well as the Sun—it appeared that the stars of the Kepler field and older than the Sun were rotating faster than expected, e.g., refs. <sup>14,41</sup>. One explanation for that observation is that the magnetic braking weakens at some point and thus the star is not slowing down as much as those empirical gyrochronology relations were predicting. One theory put forward is that there is a change in the surface differential rotation, the topology of the surface magnetic field, and the magnetic activity cycle<sup>42</sup>. However, the origin of such weakened magnetic braking is under debate as the current dynamo models do not reproduce the observations. There is also some discussion about an observational bias against old weakly active stars<sup>43</sup>. However, the fact that rotation obtained from asteroseismology, with the opposite bias, also encounters such behavior<sup>44</sup> seems to confirm the observed trend. This discovery opens the window to more questions such as: Is the Sun in a transition phase in terms of its magnetic activity? What are the detailed mechanisms in the solar/stellar dynamo? To answer those questions, more observations of the magnetic activity of a large sample of stars, including stars older than the Sun, with precisely known fundamental parameters, as well as long-term observations (many years) of their magnetic activity are required. Given that the Sun might be at the edge of going through this transition, it conveys the importance of the solar-stellar connection to better understand the future of the Sun.

### Angular momentum transport

The photometric observations of the CoRoT and Kepler missions provided constraints on the internal rotation of evolved solar-like stars (subgiants and RG) thanks to asteroseismic studies. However, stellar evolution models that include treatment of angular momentum transport do not reproduce the observations: those evolved stars' core rotation is an order of magnitude lower than what is predicted by the models<sup>31,45</sup>. This suggests that current stellar models lack some physics. Several candidates are proposed (among which internal gravity waves, magnetic field, the existence of a coupling or not between the core and the envelope of stars), and more high-quality observations of solar-like stars at different evolutionary stages are needed. In parallel, some work on the stellar models are investigating this problem e.g., refs. <sup>32, 46, 47</sup>. Some of the burning questions regarding this topic are the following: how can we reproduce the observed internal rotation profiles? Is there a fossil magnetic field in solar-like stars? What is the interplay between angular momentum transport and magnetic field? Understanding and implementing the

detailed processes of angular momentum transport is crucial as this impacts the chemical mixing<sup>48</sup> and the estimation of stellar ages that are then used in galacto-archeology or exoplanet fields<sup>49,50</sup>.

Regarding the search for the signature of an internal magnetic field in MS solar-like stars to RG, very exciting discoveries have been made recently. An internal magnetic field can indeed affect the modes, which was studied theoretically, e.g., refs. 51–54. The analysis of the aforementioned mixed modes in Kepler RG showed the signature of that internal magnetic field<sup>55,56</sup> providing new constraints for stellar models.

### **Red giant mass loss**

It is known that during their evolution RG undergo mass loss. This has been measured by comparing masses of red giants at different evolutionary stages (red-giant branch, RGB, to red clump), e.g. refs. 57,58. However, measurements as a function of different stellar parameters (such as metallicity or luminosity) have not been done, meaning that the detailed mechanisms taking place in the mass-loss process are not well known. Having precise masses determined with asteroseismology is crucial to better understand the mass-loss and how to better implement it in stellar evolution models. The mass-loss in red giants is also important to know the initial masses of stars, which will impact the age determination. Finally, knowing the mass loss on the red-giant branch can affect the initial conditions that are used for AGB (asymptotic giant branch) and post-AGB stars models, which are populations used for extra-galactic studies.

### **Evolution of binary stars**

Binary stars represent a large fraction of the systems in our Galaxy. Their evolution can have different paths depending on the nature of their interactions. Indeed, these binary stars can have tidal interactions or common envelope evolution that can lead to mergers (also called blue stragglers) e.g., ref. 59. A particular class of interacting binaries, known as Heartbeat stars, comprises eccentric binaries, whose tides lead to distortion and excite pulsations, e.g., refs. 60,61. Tidal interactions can also cause enhanced activity in the components of close-in binaries, e.g. ref. 62. The investigation of binary systems is thus important to understand the evolution of cluster stars. The study of some clusters through asteroseismology that provides precise mass measurements gave evidence of stars with masses different than expected, e.g., ref. 63 that probably resulted from the mass-transfer between stars in a binary system. Asteroseismic analyses of a large number of binary stars in clusters of different ages and metallicities will bring insights into the modeling of interacting binaries. Combined with radial velocity observations and/or Gaia, this will also contribute to improving our understanding of the evolution of stars in multiple-systems in comparison to single-star evolution. This includes the systems' evolution and associated timescales (e.g. circularization). This will help us to better estimate event rates of binary interaction, initial-mass-ratio/period distributions, and binary population. We still need to measure the efficiency of the transfer of orbital energy of the in spiraling cores to the envelope during the common-envelope phase of evolution. This is key for many binary systems involving black holes, neutron stars, white dwarfs, type Ia-supernovae, X-ray binaries etc.

Combining precise asteroseismic measurements with Gaia recent observations<sup>64</sup> can also provide interesting constraints on binary systems formation and evolution. Known binary systems with both astrometric data and asteroseismic properties are increasingly providing more statistics to extract information on binary evolution<sup>65,66</sup>.

### **Priority for the space programs**

Previous missions such as the ESA CoRoT, NASA Kepler then K2, and now TESS provided a large number of observations allowing a big revolution in stellar physics thanks to asteroseismic studies. However, all those missions were mostly designed for planet search and the sample selection function was biased. For instance, the observations of the Kepler telescope had a bias towards low-metallicity<sup>67,68</sup>, and not many clusters were observed because of the crowding and difficulties in doing the follow-up for exoplanet confirmation. To better answer the key knowledge gaps listed above, we would need to study simpler populations, with a broad range of stellar parameters in order to understand the impact of each of them on the evolution of stars.



Having a full comprehension of how the magnetic activity of stars changes over time will greatly influence exoplanet research. This understanding is crucial for enhancing the detection of exoplanets (in particular Earth-like planets around Sun-like stars) through methods like radial velocity measurements or transit photometry and spectroscopy. The presence of spots on stars and their magnetic behavior can sometimes mimic the signals we expect from exoplanets, making it essential to differentiate between the two accurately. Given the current and future programs to search and characterize exoplanets with extreme precision radial velocity instruments as well as space-based transit photometry, studying the magnetic activity of a large sample of stars is of paramount importance for both stellar and exoplanet fields. This will also contribute to our knowledge of how planetary systems and their potential habitability evolve.

### **Photometric observations for asteroseismology**

Obtaining precise stellar parameters and information on the surface and internal structure and dynamics of solar-like stars from the MS up to the RGB will allow us to tackle all the key knowledge gaps mentioned above. To take out the most of the seismic information from photometric observations we require a high photometric precision in the brightness measurement. More precise radius, mass, and age can be obtained when individual modes are detected. This requires long and continuous observations of several months, which cannot be done from the ground. The 4 years of the Kepler observations showed the importance of asteroseismology in providing precise stellar parameters. Kepler, with a projected pixel size of 4 in. and a point spread function (PSF) of 21 in., collected the best data set for seismic characterization so far. Furthermore, for the detection of modes in MS solar-like stars, a high cadence (at least 1 min as the modes are above a frequency of 1 mHz) is required for at least 1 year. This would yield a proper characterization of the modes in MS stars and the detection of the effect of rotation on them. For more evolved subgiants and RG, a cadence of 10 and 30 min, respectively, for at least 3 months would be enough to detect and characterize the modes. While continuous observations ease the process, gaped data are still useful<sup>69</sup>. However, Kepler observed only one fixed field. TESS overcame this by performing an almost full-sky survey. Given the 27-day sector length and the lower precision of TESS, detection of solar-like oscillations in MS stars has been challenging<sup>70,71</sup>. Moreover, the TESS projected pixel size is 20 in. (PSF of 84 in.), making its observations prone to contamination by nearby targets. With the incoming PLATO mission, we expect a step forward with several thousands of solar-like stars with high signal-to-noise seismic detection<sup>72</sup>, where the noise level is around 50 ppm h<sup>1/2</sup>, slightly higher than for Kepler. This would be our reference upper limit for the proposed missions. Nevertheless, one restriction of PLATO is the pixel size of 15 in. (PSF of 37 in.), which prevents resolving stars, particularly in clusters (globular or open). A white paper proposing the mission HAYDN was submitted for the ESA Voyage 2050 long-term plan<sup>73</sup>. HAYDN would not only be a dedicated mission to investigate stellar clusters but also the Milky Way's bulge and neighboring dwarf galaxies. Comparatively, with previous missions, HAYDN's projected pixel size would be 1 in. with a PSF of 1.3 in., which was estimated to be the minimum requirement for avoiding contamination by nearby sources in crowded fields. While selected for phase 0 of the ESA M7 call, it was not selected for phase A. HAYDN will be proposed in the next ESA M8 call. Nevertheless, having observations in the meantime would prevent long periods without data.

### **EUV and X-rays observations**

The study of stellar magnetic activity requires long-term observations. In particular, they would allow the detection of full cycles that could be longer than a decade for a star like the Sun (and even longer for more evolved and hotter stars), improve our knowledge of the processes governing solar and stellar dynamo. A few hundred stars have been monitored from the ground but having both magnetic activity and precise stellar parameters from asteroseismology will provide key information to understand the detailed mechanisms involved in the magnetic activity of the Sun and stars. Studying magnetic activity can be done in different wavelengths. One very useful wavelength is the EUV as it allows us to study flares and coronal mass ejections in other stars. So far, the Extreme Ultraviolet Explorer (EUVE) was the only observatory that has

extensively done spectroscopic observations in that wavelength. No other observations will be done in the future and this will bring a gap in our study of stellar magnetism. So, it is very critical to have such a telescope planned in the future. Observations in X-rays can also provide another way of studying the magnetic activity of many stars. Such observations would help us address the key knowledge gaps on the intermediate-rotation gap (“Core-envelope coupling in solar-like stars”), the Sun in transition (“Sun in transition”) and angular momentum transport (“Angular momentum transport”).

### **Stellar imager**

Another phenomenon related to stellar magnetic activity is the presence of spots that are not well studied in stars other than the Sun. From their evolution, lifetime, differential rotation, active latitudes, very little is known on star spots, except for the information from spectropolarimetry. Being able to resolve stellar surfaces can allow us to answer many questions on stellar magnetism. For instance, obtaining information on active latitudes and differential rotation can provide hints to investigate the key knowledge gaps on the intermediate-rotation gap (“Core-envelope coupling in solar-like stars”), the Sun in transition (“Sun in transition”) and the angular momentum transport (“Angular momentum transport”) by better constraining dynamo models. Observations over at least a decade would be useful to study the evolution of spots over a magnetic cycle, such as the 11-yr cycle of the Sun. An idea, the StellarImager<sup>74</sup>, was suggested and proposed to NASA that involved a UV-optical Fizeau interferometer with 20 or 30 1-m mirrors in a flying formation. The length of the interferometer could be up to 10 km. Being able to build such an interferometer on the Moon (and maybe Mars) would be an amazing opportunity.

### **Multi-wavelength simultaneous observations for stellar magnetic activity**

The magnetically-driven variability of Sun-like stars is caused by dark spots and bright facular regions transiting stellar disks as stars rotate. White-light observations (e.g. performed by Kepler and TESS and planned for PLATO) do not allow distinguishing between variations brought by facular regions and by spots<sup>75,76</sup>. This significantly hinders the determination of rotation periods of slow rotators like the Sun since the interplay between spot and facular contributions to brightness variations of such stars causes irregularities in their light curves. The difficulties in detecting periods of slowly rotating stars might be an important contributor to the explanation of the lower-than-expected number of observed G-type stars with near-solar rotation periods and also hampers the solar-stellar comparison studies<sup>8,43</sup>. Monitoring of stellar brightness in several spectral passbands, i.e. multicolor photometry will circumvent this limitation of white-light observations. Indeed, the monochromatic facular contrast decreases strongly with the wavelength, while the spot contrast does not show such a pronounced dependence<sup>76</sup>. As a result, stellar brightness variability is expected to be faculae-dominated in the UV and spot-dominated in the visible spectral domain (e.g. solar rotational variability is faculae-dominated short ward of 400 nm and spot-dominated longward of 400 nm). Consequently, simultaneous monitoring of stellar brightness in the UV and visible spectral domains will allow separating spot and facular contributions to stellar brightness variations. Not only will this lead to a more reliable determination of stellar rotation periods but also to a better understanding of stellar magnetic activity in general, providing answers for the key knowledge gaps on the core-envelope coupling (“Core-envelope coupling in solar-like stars”), the Sun in transition (“Sun in transition”), and angular momentum transport evolution (“Angular momentum transport”). Furthermore, stellar intrinsic variability depends on wavelengths in a different way than photometric signatures of the planetary transits. Consequently, multi-color photometry can facilitate the distinction between intrinsic variability and planetary transits, which would lead to a more reliable detection and characterization of exoplanets.

The proposed missions to study stellar magnetic activity would require several years of observations spanning at least a decade to study cycles and a cadence of at least 4 h.

All the proposed experiments are summarized in Table 1.

***Table 1 / Recommendations for addressing key questions in stellar physics with the ESA HRE program in the short, middle, and long term***

Open fundamental scientific question	Focus of the ESA experiment	Related recent and future space experiments	Short, Middle or long term
Is the the Sun in a transition phase in terms of its magnetic activity?	Moon, Mars, BLEO	CoRoT, Kepler, TESS, PLATO	Middle: photometer (UV+vis.) >1 yr obs., ~1 min cad. EUV and X-rays Simultaneous to photometric Long: an instrument similar to the proposed Stellar imager that requires more technical and engineering developments. >10yr obs.
How does mass loss operate in red giants?	Moon, Mars, BLEO	Kepler, K2, TESS, PLATO Roman	Middle: photometer (UV+vis.) >1yr obs. ~30 min cad.
How does the angular momentum transport evolve in low-mass stars from MS to RG?	Moon, Mars, BLEO	CoRoT, Kepler, PLATO	Middle: photometer (UV+vis.) EUV and X-rays >2yr obs. ~ min cad.
How do binary systems evolve?	Moon, Mars, BLEO	Kepler, K2, TESS, PLATO	Middle: photometer (visible). >1 yr obs. ~30 min cad.

### Future outlook and summary

We described the different recommendations of future possible experiments within the ESA's Human Robotic Exploration program in order to fill key knowledge gaps and answer key questions in stellar physics. These experiments can be set up in low Earth orbit and on the Moon or Mars and mostly within 10 years from now. Combined with already planned missions, the HRE program will tremendously contribute to a leap forward in our understanding of how stars' dynamics and structure evolve, impacting other fields such as exoplanet characterization and galacto-archeology.

*Received: 8 February 2024; Accepted: 19 September 2024*

### References

1. Baglin, A., Michel, E., Auvergne, M. & The COROT Team. The seismology programme of the CoRoT space mission, Vol. 624 of ESA Special Publication (2006).
2. Borucki, W. J. et al. Kepler planet-detection mission: introduction and first results. *Science* 327, 977– (2010).
3. Howell, S. B. et al. The K2 mission: characterization and early results. *Publ. Astron. Soc. Pac.* 126, 398–408 (2014).
4. Ricker, G. R. et al. Transiting Exoplanet Survey Satellite (TESS). *J. Astron. Telesc. Instrum. Syst.* 1, 014003 (2015).
5. McQuillan, A., Mazeh, T. & Aigrain, S. Rotation periods of 34,030 Kepler main-sequence stars: the full autocorrelation sample. *Astrophys. J. Suppl. Ser.* 211, 24 (2014).



6. Reinhold, T., Bell, K. J., Kuszlewicz, J., Hekker, S. & Shapiro, A. I. Transition from spot to faculae domination. An alternate explanation for the dearth of intermediate Kepler rotation periods. *Astron. Astrophys.* 621, A21 (2019).
7. Santos, A. R. G. et al. Surface rotation and photometric activity for Kepler targets. I. M and K Main-sequence Stars. *Astrophys. J. Suppl. Ser.* 244, 21 (2019).
8. Santos, A. R. G., Breton, S. N., Mathur, S. & García, R. A. Surface rotation and photometric activity for Kepler targets. II. G and F mainsequence stars and cool subgiant stars. *Astrophys. J. Suppl. Ser.* 255, 17 (2021).
9. Maehara, H. et al. Superflares on solar-type stars. *Nature* 485, 478–481 (2012).
10. Okamoto, S. et al. Statistical properties of superflares on solar-type stars: results using all of the Kepler primary mission data. *Astrophys. J.* 906, 72 (2021).
11. García, R. A. & Ballot, J. Asteroseismology of solar-type stars. *Living Rev. Sol. Phys.* 16, 4 (2019).
12. Aerts, C. Probing the interior physics of stars through asteroseismology. *Rev. Mod. Phys.* 93, 015001 (2021).
13. Kurtz, D. W. Asteroseismology across the Hertzsprung-Russell diagram. *Annu. Rev. Astron. Astrophys.* 60, 31–71 (2022).
14. van Saders, J. L. et al. Weakened magnetic braking as the origin of anomalously rapid rotation in old field stars. *Nature* 529, 181–184 (2016).
15. Barnes, S. A., Weingrill, J., Fritzewski, D., Strassmeier, K. G. & Platais, I. Rotation periods for cool stars in the 4 Gyr old open cluster M67, the solar-stellar connection, and the applicability of gyrochronology to at least solar age. *Astrophys. J.* 823, 16 (2016).
16. Curtis, J. L., Agüeros, M. A., Douglas, S. T. & Meibom, S. A temporary epoch of stalled spin-down for low-mass stars: insights from NGC 6811 with Gaia and Kepler. *Astrophys. J.* 879, 49 (2019).
17. Gruner, D., Barnes, S. A. & Weingrill, J. New insights into the rotational evolution of near-solar age stars from the open cluster M 67. *Astron. Astrophys.* 672, A159 (2023).
18. Mathur, S. et al. Magnetic activity evolution of solar-like stars. I.  $S_{\text{phage}}$  relation derived from Kepler observations. *Astrophys. J.* 952, 131 (2023).
19. Reinhold, T. et al. The Sun is less active than other solar-like stars. *Science* 368, 518–521 (2020).
20. Santos, A. R. G. et al. Temporal variation of the photometric magnetic activity for the Sun and Kepler solar-like stars. *Astron. Astrophys.* 672, A56 (2023).
21. Lorenzo-Oliveira, D. et al. The Solar Twin Planet Search. The age-chromospheric activity relation. *Astron. Astrophys.* 619, A73 (2018).
22. Kaltenegger, L. How to characterize habitable worlds and signs of life. *Annu. Rev. Astron. Astrophys.* 55, 433–485 (2017).
23. Rodríguez-Mozos, J. M. & Moya, A. Erosion of an exoplanetary atmosphere caused by stellar winds. *Astron. Astrophys.* 630, A52 (2019).
24. Elsaesser, A. et al. Future space experiment platforms for astrobiology and astrochemistry research. *npj Microgravity* 9, 43 (2023).
25. Oshagh, M. et al. Effect of stellar spots on high-precision transit lightcurve. *Astron. Astrophys.* 556, A19 (2013).
26. Beck, P. G. et al. Kepler detected gravity-mode period spacings in a red giant star. *Science* 332, 205– (2011).
27. Bedding, T. R. et al. Gravity modes as a way to distinguish between hydrogen- and helium-burning red giant stars. *Nature* 471, 608–611 (2011).
28. Beck, P. G. et al. Fast core rotation in red-giant stars as revealed by gravity-dominated mixed modes. *Nature* 481, 55–57 (2012).
29. Deheuvels, S. et al. Seismic constraints on the radial dependence of the internal rotation profiles of six Kepler subgiants and young red giants. *Astron. Astrophys.* 564, A27 (2014).

30. Gehan, C., Mosser, B., Michel, E., Samadi, R. & Kallinger, T. Core rotation braking on the red giant branch for various mass ranges. *Astron. Astrophys.* 616, A24 (2018).
31. Ceillier, T., Eggenberger, P., García, R. A. & Mathis, S. Understanding angular momentum transport in red giants: the case of KIC 7341231. *Astron. Astrophys.* 555, A54 (2013).
32. Eggenberger, P., Moyano, F. D. & den Hartogh, J. W. Rotation in stellar interiors: general formulation and an asteroseismic-calibrated transport by the Tayler instability. *Astron. Astrophys.* 664, L16 (2022).
33. Rauer, H. et al. The PLATO 2.0 mission. *Exp. Astron.* 38, 249–330 (2014).
34. Wilson, R. F. et al. Transiting exoplanet yields for the roman galactic bulge time domain survey predicted from pixel-level simulations. *Astrophys. J. Suppl. Ser.* 269, 5 (2023).
35. McQuillan, A., Aigrain, S. & Mazeh, T. Measuring the rotation period distribution of field M dwarfs with Kepler. *MNRAS* 432, 1203–1216 (2013).
36. Dungee, R. et al. A 4 Gyr M-dwarf gyrochrone from CFHT/MegaPrime monitoring of the open cluster M67. *Astrophys. J.* 938, 118 (2022).
37. Bouma, L. G., Palumbo, E. K. & Hillenbrand, L. A. The empirical limits of gyrochronology. *Astrophys. J.* 947, L3 (2023).
38. Spada, F. & Lanzafame, A. C. Competing effect of wind braking and interior coupling in the rotational evolution of solar-like stars. *Astron. Astrophys.* 636, A76 (2020).
39. Lu, Y. L., Curtis, J. L., Angus, R., David, T. J. & Hattori, S. Bridging the gap—the disappearance of the intermediate period gap for fully convective stars, uncovered by new ZTF rotation periods. *Astron. J.* 164, 251 (2022).
40. Silva Aguirre, V. et al. Standing on the shoulders of dwarfs: the Kepler asteroseismic LEGACY Sample. II. Radii, masses, and ages. *Astrophys. J.* 835, 173 (2017).
41. Angus, R., Aigrain, S., Foreman-Mackey, D. & McQuillan, A.  
Calibrating gyrochronology using Kepler asteroseismic targets. *MNRAS* 450, 1787–1798 (2015).
42. Metcalfe, T. S., Egeland, R. & van Saders, J. Stellar evidence that the solar dynamo may be in transition. *Astrophys. J. Lett.* 826, L2 (2016).
43. Reinhold, T. et al. Where have all the solar-like stars gone? Rotation period detectability at various inclinations and metallicities. *Astrophys. J. Lett.* 908, L21 (2021).
44. Hall, O. J. et al. Weakened magnetic braking supported by asteroseismic rotation rates of Kepler dwarfs. *Nat. Astron.* 5, 707–714 (2021).
45. Eggenberger, P., Montalbán, J. & Miglio, A. Angular momentum transport in stellar interiors constrained by rotational splittings of mixed modes in red giants. *Astron. Astrophys.* 544, L4 (2012).
46. Eggenberger, P. et al. Asteroseismology of evolved stars to constrain the internal transport of angular momentum. I. Efficiency of transport during the subgiant phase. *Astron. Astrophys.* 621, A66 (2019).
47. Eggenberger, P. et al. Asteroseismology of evolved stars to constrain the internal transport of angular momentum. II. Test of a revised prescription for transport by the Tayler instability. *Astron. Astrophys.* 631, L6 (2019).
48. Pinsonneault, M. H., Kawaler, S. D., Sofia, S. & Demarque, P.  
Evolutionary models of the rotating sun. *Astrophys. J.* 338, 424 (1989).
49. Silva Aguirre, V. et al. Ages and fundamental properties of Kepler exoplanet host stars from asteroseismology. *MNRAS* 452, 2127–2148 (2015).
50. Pinsonneault, M. H. et al. The second APOKASC catalog: the empirical approach. *Astrophys. J. Suppl. Ser.* 239, 32 (2018).
51. Goode, P. R. & Thompson, M. J. The effect of an inclined magnetic field on solar oscillation frequencies. *Astrophys. J.* 395, 307–315 (1992).
52. Bugnet, L. et al. Magnetic signatures on mixed-mode frequencies. I.  
An axisymmetric fossil field inside the core of red giants. *Astron. Astrophys.* 650, A53 (2021).

53. Loi, S. T. Topology and obliquity of core magnetic fields in shaping seismic properties of slowly rotating evolved stars. *MNRAS* 504, 3711–3729 (2021).
54. Mathis, S. et al. Probing the internal magnetism of stars using asymptotic magneto-asteroseismology. *Astron. Astrophys.* 647, A122 (2021).
55. Li, G., Deheuvels, S., Ballot, J. & Lignières, F. Magnetic fields of 30 to 100 kG in the cores of red giant stars. *Nature* 610, 43–46 (2022).
56. Deheuvels, S., Li, G., Ballot, J. & Lignières, F. Strong magnetic fields detected in the cores of 11 red giant stars using gravity-mode period spacings. *Astron. Astrophys.* 670, L16 (2023).
57. Miglio, A. et al. Asteroseismology of old open clusters with Kepler: direct estimate of the integrated red giant branch mass-loss in NGC 6791 and 6819. *MNRAS* 419, 2077–2088 (2012).
58. Salaris, M., Cassisi, S. & Pietrinferni, A. On the red giant branch mass loss in 47 Tucanae: constraints from the horizontal branch morphology. *Astron. Astrophys.* 590, A64 (2016).
59. Brady, K. E. et al. M67 blue stragglers with high-resolution infrared spectroscopy. *Astron. J.* 166, 154 (2023).
60. Thompson, S. E. et al. A class of eccentric binaries with dynamic tidal distortions discovered with Kepler. *Astrophys. J.* 753, 86 (2012).
61. Kołaczek-Szymański, P. A., Pigulski, A., Michalska, G., Moździerski, D. & Różański, T. Massive heartbeat stars from TESS. I. TESS sectors 1–16. *Astron. Astrophys.* 647, A12 (2021).
62. Basri, G., Laurent, R. & Walter, F. M. Stellar activity in synchronized binaries. I. Dependence on rotation. *Astrophys. J.* 298, 761–771 (1985).
63. Basu, S. et al. Sounding open clusters: asteroseismic constraints from Kepler on the properties of NGC 6791 and NGC 6819. *Asrtophys. J. Lett.* 729, L10 (2011).
64. Gaia Collaboration. et al. Gaia Early Data Release 3. Summary of the contents and survey properties. *Astron. Astrophys.* 649, A1 (2021).
65. Beck, P. G. et al. 99 oscillating red-giant stars in binary systems with NASA TESS and NASA Kepler identified from the SB9-Catalogue. *Astron. Astrophys.* 667, A31 (2022).
66. Beck, P. G. et al. Constraining stellar and orbital co-evolution through ensemble seismology of solar-like oscillators in binary systems. A census of oscillating red giants and dwarf stars in Gaia DR3 binaries. *Astron. Astrophys.* 682, A7 (2024).
67. Cat, P. D. et al. LAMOST observations in the Kepler field. I. Database of low-resolution spectra. *Astrophys. J. Suppl. Ser.* 220, 19 (2015).
68. Mathur, S. et al. Revised stellar properties of kepler targets for the Q117 (DR25) transit detection run. *Astrophys. J. Suppl. Ser.* 229, 30 (2017).
69. González-Cuesta, L. et al. Multi-campaign asteroseismic analysis of eight solar-like pulsating stars observed by the K2 mission. *Astron. Astrophys.* 674, A106 (2023).
70. Huber, D. et al. A 20 second cadence view of solar-type stars and their planets with TESS: asteroseismology of solar analogs and a recharacterization of  $\pi$  men c. *Astron. J.* 163, 79 (2022).
71. Hatt, E. et al. Catalogue of solar-like oscillators observed by TESS in 120-s and 20-s cadence. *Astron. Astrophys.* 669, A67 (2023).
72. Goupil, M. J. et al. Predicted asteroseismic detection yield for solarlike oscillating stars with PLATO. *Astron. Astrophys.* 683, A78 (2024).
73. Miglio, A. et al. Haydn. *Exp. Astron.* 51, 963–1001 (2021).
74. Carpenter, K. G. et al. Stellar Imager (SI): developing and testing a predictive dynamo model for the Sun by imaging other stars. *ArXiv e-prints* (2010).
75. Shapiro, A. I., Solanki, S. K., Krivova, N. A., Yeo, K. L. & Schmutz, W. K. Are solar brightness variations faculae- or spot-dominated? *Astron. Astrophys.* 589, A46 (2016).
76. Li, C. & Basri, G. Do faculae affect autocorrelation rotation periods in sun-like stars? *ApJ* 963, 102 (2024).

77. Bertone, G. et al. White Paper #02: Astrophysics. ESA SciSpaceE White Paper. [https://esamultimedia.esa.int/docs/HRE/02\\_PhysicalSciences\\_Astrophysics.pdf](https://esamultimedia.esa.int/docs/HRE/02_PhysicalSciences_Astrophysics.pdf) (2021).

### **Acknowledgements**

The authors thank the European Space Agency for the opportunity to contribute this perspective article, based on the Stellar Physics section of the Astrophysics SciSpaceE White paper<sup>77</sup>. S.M. acknowledges support by the Spanish Ministry of Science and Innovation with the Ramon y Cajal fellowship number RYC-2015-17697, the grant number PID2019107187GB-I00, and the grant no. PID2019-107061GB-C66. A.R.G.S. acknowledges the support from the FCT through national funds and FEDER through COMPETE2020 (UIDB/04434/2020, UIDP/04434/2020 and 2022.03993.PTDC) and the support from the FCT through the work contract No. 2020.02480.CEECIND/CP1631/CT0001.

### **Author contributions**

S.M. contributed to the ESA science community white paper related to this topic. S.M. and A.R.G.S. adapted and extended the text to form this perspective paper.

Competing interests

The authors declare no competing interests.

### **Additional information**

Correspondence and requests for materials should be addressed to Savita Mathur.

Reprints and permissions information is available at <http://www.nature.com/reprints>

© The Author(s) 2024

## **6 семестр (весенний) – дифференцированный зачет**

### **Примеры заданий**

#### **Устная часть:**

Подготовить устное монологическое высказывание на две темы, изученные в 6 семестре

#### ***Перечень тем:***

1. Editing vs proofreading.
2. Typical research paper structure. Obligatory and optional sections.
3. Types of research abstracts. Lay abstract. Visual abstract.
4. Science communication as a trend.
5. Speech devices for scientific storytelling.
6. Bias and p-hacking in research.
7. Plagiarism, self-plagiarism and ways to avoid it.
8. Quoting, paraphrasing, citing and referencing.
9. Literature review as a genre.
10. Features of academic style.
11. Hedging and boosting in academic writing.
12. Roles in a research team.

#### **Письменная часть:**

Напишите научный пресс релиз / критический обзор научной статьи, посвященной актуальной проблеме в Вашей области знаний объемом 200-250 слов, соблюдая правила написания данных видов академического письма.

#### ***Пример статьи***



Available online at [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)

ScienceDirect

Procedia CIRP 94 (2020) 217–221

[www.elsevier.com/locate/procedia](http://www.elsevier.com/locate/procedia)

11th CIRP Conference on Photonic Technologies [LANE 2020] on  
September 7-10, 2020

Mechanical properties of NiCrBSi self-fluxing alloy after LPBF with additional heating

Igor Shishkovsky<sup>a,\*</sup>, Nina Kakovkina<sup>b</sup>, Vladimir Sherbakof<sup>a</sup>

<sup>a</sup>*Center for Design, Manufacturing and Materials (CDMM), Skolkovo*

*Institute of Science and Technology, Moscow 121205, Russia* <sup>b</sup>*Lebedev Physics*

*Institute (LPI) of Russian Academy of Sciences, Samara 443011, Russia*

\* Corresponding author. Tel.: +7-495-280-1481ext 3455; fax: +7-495-280-1481. E-mail address: I.Shishkovsky@skoltech.ru



## Abstract

The study was devoted to a detailed experimental study of the implementation conditions of the laser powder bed fusion (LPBF) process of special-purpose products from self-fluxing powdered high-temperature NiCrBSi composite. Optimal regimes of LPBF for the 3D part of the simplest shape were experimentally determined. We recommended laser power  $P = 100$  W, the laser scanning velocity is  $v = 10$  cm / s, the beam diameter is 70  $\mu\text{m}$ , process gone in argon. Additional efforts were made to evaluate the effect of additional heating the base platform up to 500 °C. Optical and scanning electron microscopy, the X-ray diffraction analysis and EDS microanalysis were used for describing the sequence of structure formation in the created 3D samples. We conducted mechanical and tribological testing allowed to evaluate the relationship between the laser PBF parameters and data on linear wear, roughness, fracture rupture for 3D from NiCrBSi super alloy after the laser PBF process. Possible causes of increase crack formation during the LPBF of the NiCrBSi powder system are considered and revealed.

**Keywords:** laser powder bed fusion (LPBF); nickel-crome super alloy; additional heating,

## 1. Introduction

PGSR-4 is a Ni-base super alloy which can be used in laser additive manufacturing (powder bed fusion (PBF) and direct metal deposition (DMD)) [1-3]. Self-fluxing nickel super alloy PGSR-4 (16 % Cr, 2 % B, 3 % Si, <5 % Fe, 1% C, 0.04% P, 0.04 % S, Ni bal., % wt) is considered to be six-component, hot resistant and refers to multiphase systems. The alloy is mixture of low-melting eutectic based on Ni, a solid solution of Cr, B, and Si in nickel with carbide inclusions, which makes it attractive for aerospace applications [2-6]. It is known that the distribution of carbide, boride, and silicide inclusions in the main phase with a Ni-based solid structure with an fcc ( $\gamma$ phase) lattice has a complex character [2, 5, 6]. However, NiCrBSi alloy prone to microcracking during the LPBF process [2, 3]. Low ductility is explained by the conditions of cross-boundary grain cracking at the temperature range from 0.5T<sub>m</sub> to 0.7T<sub>m</sub> [2], where pinning by carbides, borides and silicides by boundaries play important role. So, we strongly recommended to significantly raise the temperature (up to 500– 700 °C) in the synthesis chamber in order to improve the manufacturability and reproducibility of 3D products and also to avoid the tendency to cracking [5, 6]. Influence of additional heating during the LPBF process was the goal of this study. Microstructure, phase structure, mechanical and tribological properties of the NiCrBSi alloy fabricated through LPBF are carried out.

## 2. Materials and methods

Powder of the NiCrBSi alloy was chosen with a dispersion of 60-80  $\mu\text{m}$ . The distribution of all

the aforementioned powders by size was analyzed by means of an optical granulomometer ALPAGA 500NANO (OCCHIO Belgium). The LPBF was performed on the ILM-100B ytterbium laser (IPG, Frazino, RF). Our SLM laboratory setup at the LPI was equipped with a high-temperature chamber, the temperature in which could reach 500-800 °C due to symmetrically arranged ceramic heaters. The temperature was measured by a thermocouple method. The LPBF setup was described earlier in [3, 6].

The optimized hatching distance was equal to the laser beam diameter  $d_b = 70 \mu\text{m}$ , layer thickness  $H$  was  $\sim 0.2 \text{ mm}$ . The laser scan velocity  $V$  ranged from 0.5 to 10 cm/s, laser power  $P$  from 10 to 100 W. Two regimes of manufacturing have been studied on the substrate - chamber additional heating up to 500 °C and without it. Each second layer was formed on the bottom layer after its turning by 90 degrees (L – longitudinal, T transversal). The laser melting process was conducted in Ar gas-filled chamber in order to protect the samples against oxidation and nitration.

After the etching, cross sections of the multi-layered melting samples were subjected to microstructural analysis with the optical microscope (Neophot 30M, Carl Zeiss, Germany) equipped with a digital camera. The 3D samples obtained under the optimized regimes were analyzed by PMT3M (OKB SPECTR Ltd., St. Petersburg, Russia), microhardness testing and scan electron microscopy LEO 1450 (Carl Zeiss Company) equipped with an energy-dispersive Xray microanalyzer (INCA Energy 300, Oxford Instruments, UK). The phase composition of the SLM parts was determined by XRD using a DRON-3M (Bourestvnik Inc., St. Petersburg, RF) diffractometer in Co- $K_\alpha$  radiation.

The universal complex Universal-1B (Samara-Balance Ltd., RF) was used for the tribomechanical tests, which included roughness behavior and wear fatigue by scheme (ring-plate sliding friction). As the material for the control sample, highspeed steel P6M5 (in the tempering state HRC65) was selected. Opportunities of Universal-1B setup were described precisely in [7].

### 3. Results and discussion

Previously, we experimentally determined the optimal LPBF regimes for individual passages of the NiCrSiB alloy, the regime of layerwise fabrication during scanning with a laser beam along the meander and a meander rotation by 90° on each subsequent layer [5, 6]. However, now, all of the above scanning techniques were carried out but with the platform heated up to  $T = 500 \text{ °C}$ . The results of the obtained structures were compared when the treatment was carried out without heating.

Figure 1 shows the sample (disk) appearance from the NiCrBSi alloy after the LPBF (laser regime was  $P = 100 \text{ W}$ ;  $v = 10 \text{ cm/s}$ ; powder layer thickness  $s = 0.1 \text{ mm}$ ; track distance  $l = 0.2 \text{ mm}$ ; beam diameter  $0.2 \text{ mm}$ ). Additive manufacturing process was realized in argon and the chamber with the powder composition was warmed up to 500 °C.

The surface roughness of the 3D printed samples after combining LPBF with heating is different from the LPBF without heating. The external shape of the products practically does not change, however, after 3D printing without heating, we clearly fixed the shrinkage of the 3D part in height. In addition, the edges of the disk had a smoothed character due to high-temperature heating.

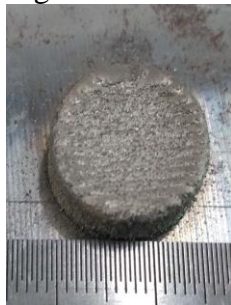


Fig. 1. LPBF of the NiCrBSi alloy (top view)



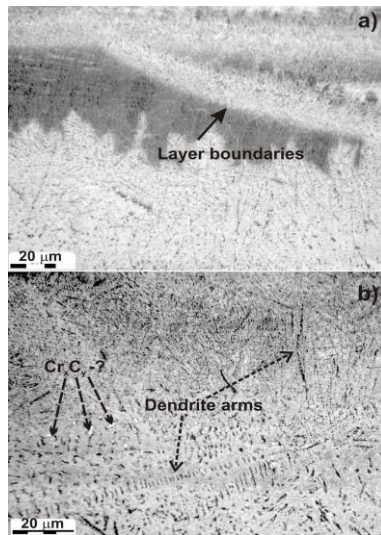


Fig. 2. OM after the LPBF without heating (a) and with heating (b) for NiCrBSi alloy

The LPBF process proceeds by nonequilibrium crystallization, which is due to the nature of the deposition and redistribution of the molten powder particles, specifically changes the phase-structural composition, and also affects the removal of part of the fluxing components (silicon and boron) with low-melting slags. The optical microscopy (OM) images of the upper layers is shown in Fig. 2. It can be argued that additional heating contributes to some homogenization of the structure of all the phases studied in NiCrSi alloy.

We clearly observe the interface between the laser remelted layers of alloy in Fig. 2a. Below and under the interface line, the darker section could be considered the slag zone that precipitated on the surface of the previous layer. In Fig. 2b, the long dendrite branch with size  $\sim 0.6$  mm is visible. The growth direction of this dendrite is not corresponded to the direction of thermal transfer into substrate. Dendrite did not give secondary branches. Hence, the crystallization process was very fast. At the edges of the dendritic segregation the white inclusions are visible, which are the carbide phase.

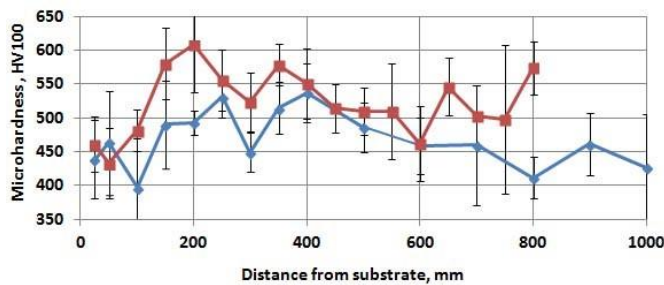


Fig. 3. Microhardness after the LPBF without heating and with additional heating for NiCrBSi alloy

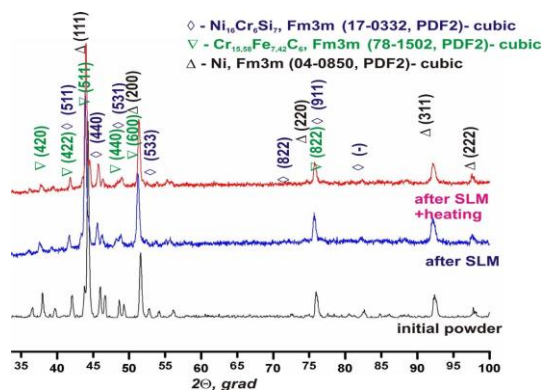


Fig. 4. XRD patterns after the LPBF and LPBF + heating for NiCrBSi alloy

These inclusions have different chemical compositions based on binary crystalline structures  $Me_xC_y$  phases ( $Cr_7C_3$ ,  $Cr_{23}C_6$ ,  $Cr_3C_2$ ) borides ( $CrB$  or  $Fe_2B$ ) and complex borides  $Cr_3NiB_6$  or  $Cr_2Ni_3B_6$ , silicides ( $\tau_1$ ,  $\tau_2$ ,  $\sigma$ ,  $\pi$ ) and  $Ni_2Si$  intermetallide [5,6]. This is evidenced by triple diagrams of the Cr-Ni-B, Cr-Ni-Si and Cr-Ni-C systems [8-10].

The microhardness measurements of the studied alloys are shown in Fig. 3. In almost all cases, we observe an increase in the microhardness of 3D parts after heat-producing LPBF process. The possibility of improving the microstructure and controlling the hardness in the 3D products allows us to hope for the applicability of NiCrBSi alloy in the aerospace or nuclear industry. We associate the increase and decrease in microhardness with the presence in the  $\gamma$ -Ni solid solution carbides, borides or silicides inclusions. The low plasticity and increasing of crack formation after LPBF process during rapid cool are connected with different behavior of precipitates into intervals of Temperature Interval Fragility (TIF).

At the next stage, X-ray analysis of the 3D printed samples based on nickel super alloy after LPBF were carried out and the effect of additional heating was studied.

Figure 4 shows the results of the XRD patterns of NiCrBSi alloy after the selective laser melting (SLM - blue curve) and the SLM process together with heating to 500 °C (red curve). The lower diffraction pattern corresponds to the initial NiCrBSi powder before laser irradiation. The interpretation shows that the main phases, without any undesirable inclusions, remain after the SLM, including under additional heating, with virtually no changes.

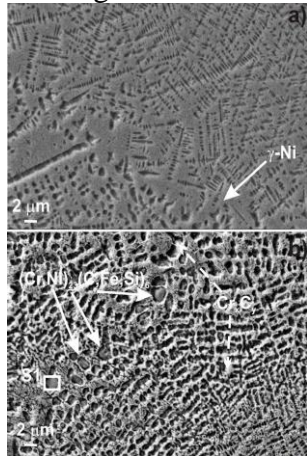


Fig. 5. The SEM images after the LPBF without heating (a) and with heating (b) for NiCrBSi alloy

Intense Bragg lines (111), (220), (311) and (222) are observed on all X-ray diffraction patterns, from the fcc lattice based on the  $\gamma$ - (Ni,Cr) solid solution. After laser influence a slight increase of the lattice parameter is observed. At the same time, the redistribution of the content of secondary phases occurs. XRD patterns allowed to establish that the main phase is the  $\gamma$ - (Ni,Cr) solid solution with a low content of carbides, borides and silicides (below 8%).

The typical submicrostructures is shown in Fig. 5 and correspond to the above OM results (see, Fig. 2). We can again repeat that heating makes the microstructure more homogenous. The NiCrBSi alloy microstructure as a whole did not change as a result of additional heating.

The EDX microanalysis (Table 1) from the entire area of the presented images (Fig. 5) gives the following information. The element analysis data repeats the NiCrBSi chemical content of self-fluxing powder (see Introduction). Comparison with the XRD data allows to conclude, the possibility of the formation of the  $Ni_{16}Cr_6Si_7$  phase (17-0332, PDF2) and the  $Cr_{15.58}Fe_{7.42}C_6$  phase (78-1502, PDF2) is observed.

Table 1.EDS microanalysis by Fig. 5

Elements, % wt.	All Fig. 5a	All Fig. 5b	S1 (Fig.5b)
-----------------	-------------	-------------	-------------



O	1.84	--	--
Si	1.94	1.83	2.84
Fe	2.86	3.45	23.63
Cr	13.72	13.62	10.57
Ni	79.63	81.10	62.96
Totals	100.00	100.00	100.00

The next reasons could be proposed for explanation of increase crack formation during LPBF of the NiCrBSi powder system. The first reason can be associated with the formation of a complex boride-silicide eutectic of the type (Ni + Ni<sub>3</sub>B + Ni<sub>3</sub>Si) with a melting point of 950 °C, which, located along the boundaries of the dendrites the  $\gamma$ -solid Ni based solution, leads to brittle destruction. The second reason can be explained on the basis of the possible separation of strengthening phases due to the decay of a non-equilibrium  $\gamma$ -solid solution based on Ni. Such precipitates are carbide particles Me<sub>23</sub>C<sub>6</sub> and borides of chromium. The third reason may be associated with the presence of carbon from 0.4 % by weight up to 0.8 % by weight, significantly affecting the plastic properties of the metal during deformation [3, 6].

Also, we conducted a quantitative assessment of the 3D printed sample roughness after the LPBF and LPBF with heating. Figure 6 shows the OM surface of the investigated alloys under low magnifications (x10).

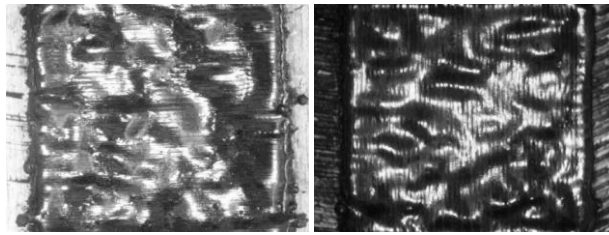


Fig. 6. General view of the rough surface for 3D printed samples made of the NiCrBSi after PLBF (left) and LPBF with heating to 500 °C (right).

Visually, we observed the roughness decrease after the heating-based LPBF. The color of the surface also changed, which indicates an appearance of some surface precipitations (slags) after the LPBF with heating.

The microgeometry assess of the 3D samples obtained by the LPBF method, a profilograph - profilometer was used. The results for the studied samples from Fig. 7 were summarized in the Table. 2

Table 2. Microgeometry data

Name	NiCrBSi	NiCrBSi+ heating
Roughness , R (μm)a	116,0	39,7
Running-in wear,, R(μm) pk	167,0	69,0
Surface 'contamination', R(μm)vk	174,0	57,4

It can be noted that after the LPBF, a rather high surface roughness of  $R_{\max}$ , often exceeding 100-116  $\mu\text{m}$ , is formed. However, additional heating reduces the surface roughness after LPBF for all the alloys in 3-4 times we have studied. The  $R_{pk}$  value characterizes the running-in wear of the material. The use of 3D-printed samples with high values of the parameter  $R_{vk}$ , characterizing the surface oil consumption, provides good conditions for retaining the lubricant in the cracking zone.

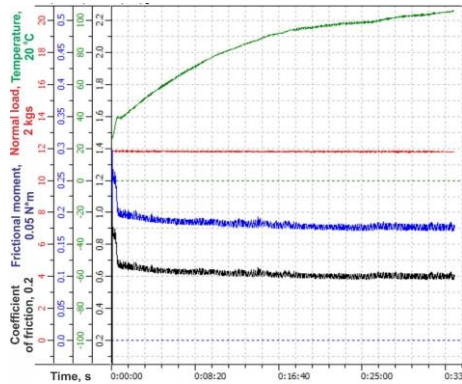


Fig. 7. Tribotechnical diagram of 3D samples from NiCrBSi alloy after LPBF with additional heating

For the tribomechanical tests, a ring-plane sliding friction scheme was used. Steel 41Cr4 (in the state of quenching and tempering HRC 45) was chosen as the material (a cylinder with a diameter of 10 mm) of the counter-part. The test objective was to evaluate the tribological properties of 3D parts of the material and analyze the frictional compatibility of the friction pair. Below, the example of tribotechnical diagram of normal load, temperature and friction moment during wear tests (Fig. 8) are presented for the case of the LPBF + heating to 500 °C, only.

During the tests, the friction moment stability is observed, which indicates that the studied friction pair has frictional compatibility under the specified conditions of friction. As it can be seen from Fig. 8, during the test, some heating of the sample to temperatures up to ~ 100 °C was observed for NiCrBSi alloy, which, apparently, is not essential for these materials, because their melting points are significantly higher than these temperatures.

It was determined that the wear debris has been generated mainly from carbide, boride and/or silicide type ceramics as counter bodies, are filled in the pits on NiCrBSi surface. It provides formation of tribocouple which further prevents severe damages of NiCrBSi contact surface.

#### 4. Conclusions

The mechanical properties of the NiCrBSi alloy after the PBF are investigated. Possible causes of increase crack formation during LPBF of the NiCrBSi powder system are considered and revealed. It is established that in the process of cooling the low ductility could connected with some reasons. The following results were obtained also:

- The ability of the LPBF technology to create functional structures and to fabricate 3D parts of the NiCrBSi superalloy has been studied. The optimal regime for the layerwise LPBF in argon environment demands to additional heating and the laser influence regime  $P = 100 \text{ W}$ ,  $v = 10 \text{ cm/s}$ .
- By the methods of OM, SEM combined with EDX microanalysis, XRD patterns, the morphology and structural phase transformations in the studied materials were investigated.
- The mechanical properties of the fabricated 3D parts were evaluated: microhardness was measured, product roughness was determined, wear and fracture were estimated and the nature of friction was determined.

A fundamentally important result of the completed study is the experimental implementation of additional hightemperature heating during the LPBF process up to 500 °C, which was done for the first time in principle for the NiCrBSi superalloy, and for specific materials promising in aerospace applications - in particular.

## Acknowledgments

This study was supported by the Russian Foundation of Basis Researches (grants 17-48-630290 Povolzh'ye\_a).

## References

- [1] Chang Z, Wang W, Ge Y, Zhou J, Cui Z. Microstructure and mechanical properties of Ni-Cr-Si-B-Fe composite coating fabricated through laser additive manufacturing. *J. of Alloys and Compounds* 2018;747: 401-07.
- [2] Boswell JH, Clark D, Li W, Attallah MM. Cracking during thermal postprocessing of laser powder bed fabricated CM247LC Ni-superalloy. *Materials and Design* 2019;174: 107793.
- [3] Shishkovsky I. Aerospace applications of the SLM process of functional and functional graded metal-matrix composites based on NiCr superalloys. In: F. Froes, R. Boyer (Eds.) *Additive Manufacturing for the Aerospace Industry*. Elsevier Publ.; 2019. p. 265-80. doi: 10.1016/B978-0-12-814062-8.00014-5
- [4] Vilar R, Almeida A. Repair and manufacturing of single crystal Ni-based superalloys components by laser powder deposition—A review, *J. Laser Appl.* 2015; 27: S17004.
- [5] Shishkovsky I., Kakovkina N., Scherbakoff W. Layerwise fabrication refractory NiCrSiB composite with gradient grow of tungsten carbide additives by selective laser melting. *Optics and Laser Technology* 2019; 120: 105723.
- [6] Shishkovsky I., Kakovkina N., Scherbakov V. Fabrication of heatresisting nickel composite gradient structures with TiC nano additive during powder bed fusion process. *Procedia CIRP* 2018; 74: 68-71.
- [7] Shishkovsky I., Scherbakov V., Ibatullin I., Volchkov V., Volova L. Nano- size ceramic reinforced 3D biopolymer scaffolds: tribomechanical testing and stem cell activity. *Composite Structures* 2018; 202: 651-59.
- [8] Velikanova T.Ya., Bondar A.A., Grytsi, A.V. The Chromium-Nickel-Carbon (Cr-Ni-C) PhaseDiagram. *J. Phase Equilib.* 1999; 20(2): 125-147.
- [9] Gladyshevsky E.I., Borusevich L.K. The Ternary System Cr-Ni-Si., *Russ. J. Inorg. Chem.* 1963; 8(8): 997-1000.
- [10] Chepiga M.V., Krivutskii V.P., Kuzma Yu.B., The System Cr-Ni-B. *Inorg. Mater.* 1972; 8(6): 928-932.