

МИНОБРНАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Новосибирский национальный исследовательский государственный университет»
(Новосибирский государственный университет, НГУ)
**Структурное подразделение Новосибирского государственного университета –
Специализированный учебно-научный центр Университета (СУНЦ НГУ)**
Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

СОГЛАСОВАНО Заместитель директора по УР  (Петровская О.В.) 23 ноября 2023 г.	УТВЕРЖДЕНО На заседании ученого совета СУНЦ НГУ Протокол № 48 от 23 ноября 2023 г.	УТВЕРЖДАЮ Директор СУНЦ НГУ  (Некрасова Л.А.) 23 ноября 2023 г.
---	--	--

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

курса внеурочной деятельности «Современное тепловидение»

И.о. заведующего кафедрой физики

Иванов Иван Анатольевич, к.ф.-м.н.



Новосибирск 2023

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Участники спецкурса "Современное тепловидение" не только овладевают теоретическими знаниями по физическим основам инфракрасной техники, но и приобретают практический опыт работы с таким уникальным инструментом исследования, как современный тепловизор. Этот оптический прибор способен измерять поверхностные температурные поля с чувствительностью сотые доли градуса, сохраняя в памяти их динамические изменения с частотой 100 тепловых изображений в секунду. Изучая живые и неживые объекты, с таким аппаратом можно почти ежедневно делать маленькие открытия, поскольку большинство природных явлений сопровождается тепловыделением или поглощением теплоты. Особенность спецкурса – его направленность на проведение научных исследований высокого уровня, итогом которых являются выступления на конференциях и опубликование научных работ. Основными направлениями исследований служат биофизика (измерение физиологических характеристик человека путём применения неинвазивных современных физических методов, разработанных в научной лаборатории) и химическая физика в части изучения адсорбционно-десорбционных процессов при взаимодействии молекул газа (паров воды) с поверхностью разнообразных твердых тел. В силу того, что спецкурс проводится в лаборатории ИФП СО РАН, число участников ограничено. Приоритет при наборе отдается учащимся, которые успевают по всем предметам, имеют возможность работать дома (обработка экспериментальных данных) и дружат с английским языком.

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Выявление закономерностей при изучении реакций организма человека на внешнеиницированные слабые и умеренные интервентные воздействия (нагрев поверхностных тканей, задержка дыхания, дыхание под управлением метронома и др.). Выявление и количественный анализ тепловых эффектов, обусловленных фазовым переходом первого рода – испарение-конденсация. Выступление с полученными результатами исследований на Международной научной студенческой конференции и на других научных конференциях с опубликованием соответствующих материалов.

СОДЕРЖАНИЕ СПЕЦКУРСА

Ознакомление с теорией инфракрасного излучения. Ознакомление с современными инструментами и методами физических исследований. Приобретение навыков практической работы с автоматизированными средствами анализа физических и биологических объектов, получение биофизических характеристик живого организма. Усвоение физических и физиологических принципов и основ тепловизионного метода, позволяющее принимать самостоятельные решения в сложных и нестандартных ситуациях, возникающих в ходе исследований. Обучение способам математической и компьютерной обработки экспериментальных данных. Приобретение опыта оформления полученных результатов для опубликования. Представление научных результатов на научных конференциях.

ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ

№ п/п	Наименование разделов и тем программы	Кол-во часов	Воспитательный компонент
Раздел 1. Источники инфракрасного (теплового) излучения			
1.1.	Шкала электромагнитных волн	0.2	Готовность обучающихся к саморазвитию, самостоятельности и личному самоопределению.
1.2.	Источники лучистой энергии	1	
1.3.	Оптика инфракрасного (ИК) излучения	0.5	Сформированность ценностей самостоятельности и инициативы.
1.4.	Законы теплового излучения, коэффициент черноты поверхности	1.5	Развитие компетенций молодежи (креативное мышление, коммуникативные умения, профессиональные траектории) Мотивация к целенаправленной социально значимой деятельности развитие компетенций молодежи (креативное мышление, коммуникативные умения, профессиональные траектории)
Итого по разделу		3.2	
Раздел 2. Детекторы ИК излучения			
2.1.	Два класса современных ИК детекторов: тепловые, фотонные	0.2	воспитание готовности у обучающихся руководствоваться системой позитивных ценностных ориентаций и расширение опыта познавательной деятельности
2.2.	Тепловые фотоприемники	0.5	
2.3.	Фотонные фотоприемники	0.5	
2.4.	Физические принципы работы спектрально-узкополосного фотонного детектора ИК излучения	1	
2.5.	Температурная чувствительность ИК детекторов и шумы	0.5	

Итого по разделу		2.7	
Раздел 3. Тепловизионные камеры			
3.1.	Тепловидение (инфракрасная термография)	0.2	вовлечение обучающихся в проектную и исследовательскую деятельность
3.2.	Тепловизионные камеры с оптико-механическим сканированием	0.5	
3.3.	Матричные тепловизоры	1	
3.4.	Псевдоцвета для представления тепловой картины	0.2	
3.5.	Практическое ознакомление с функционированием матричного тепловизора и работа с ним в институтской лаборатории	1.5	
Итого по разделу		3.4	
Раздел 4. Физико-технические приложения тепловидения			
4.1.	Тепловидение (ТВ) как метод неразрушающего контроля	0.5	формирование у обучающихся бережного отношения к природе и окружающей среде
4.2.	ТВ в производстве, энергетике, градостроительстве	0.5	
4.3.	ТВ при регистрации фазовых переходов 1 рода	0.5	
4.4.	ТВ в физической химии	1	
4.5.	ТВ в изучении низкотемпературных каталитических реакций	1	
Итого по разделу		3.5	
Раздел 5. Основы общей энергетики живого организма и биомедицинское тепловидение			
5.1.	Связь тепловизионного метода с законами термодинамики и теплофизики	0.5	привлечение внимания обучающихся к ценностному аспекту изучаемых предметов и явлений, инициирование обсуждений, высказываний собственного мнения, выработка личностного отношения к природным
5.2.	Источники энергии в живом организме, сократительный и несократительный термогенез	0.5	
5.3.	Количественные соотношения между энергозатратами и теплопродукцией	0.5	

5.4.	Механизмы теплообмена с окружающей средой (кондуктивный, конвекция, тепловое излучение)	0.5	явлениям	
5.5.	Физические механизмы терморегуляции гомойотермного организма	0.2		
5.6.	Интервентная тепловизионная диагностика, функциональные пробы	0.5		
5.7.	Использование тепловидения совместно с другими диагностическими методами, многоканальные автоматизированные исследования организма человека	1		
5.8.	Современные методы математического анализа и компьютерной обработки данных (последовательностей термограмм)	1		
5.9.	ТВ в медицине (история, принципы диагностики, основы медицинской этики)	1		
5.10.	ТВ в физиологии человека и животных	1.5		
Итого по разделу		7.2		
Раздел 6. Практическое овладение навыками тепловизионных и комбинированных экспериментальных исследований				
6.1.	Тепловизионное обследование людей	2.5		мотивация к целенаправленной социально значимой деятельности
6.2.	Измерение биофизических параметров организма человека с применением иных, помимо тепловизора, диагностических инструментов исследования	2.5	овладение универсальными учебными познавательными действиями	
6.3.	Комбинированное исследование организма человека с применением слабых и умеренных интервентных воздействий	4	коллективная деятельность, коллективное планирование, коллективное проведение и коллективный анализ результатов	
6.4.	Тепловизионное исследование процессов фазового перехода 1 рода с адсорбцией и десорбцией паров воды на твёрдых поверхностях разной природы	3.5	взаимодействие возрастов (совместные исследования учащихся 9-11 классов), при этом старшие руководят младшими, младшие помогают старшим, учатся у них; разрушение межвозрастных барьеров, укрепление межличностных связей, творческое самовыражение	
6.5.	Математическая и компьютерная обработка экспериментальных данных off-line в виде	3.5	приобщение обучающихся к ценностям научного познания,	

	самостоятельного выполнения домашних заданий и их последующей проверки преподавателем		их готовность к саморазвитию, самостоятельности, умению выявлять проблемы вовлечение обучающихся в проектную и исследовательскую деятельность
6.6.	Подготовка докладов и представление результатов исследований на научных конференциях	4	общение, совместная социально значимая деятельность, социализация обучающихся
Итого по разделу		20	
Всего		40	

Приложение 1.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Посещая спецкурс "Современное тепловидение", школьники в ходе своих исследований знакомятся с опубликованными научными и методическими работами по изучаемой тематике, в том числе:

1. Vainer B. G. Radial artery pulse wave velocity: a new characterization technique and the instabilities associated with the respiratory phase and breath-holding. *Physiological Measurement*. 2023. V. 44. P. 015004. DOI: 10.1088/1361-6579/acb4dd.
2. Vainer B. G. Infrared thermography as a powerful, versatile and elegant research tool in chemistry: Principles and application to catalysis and adsorption. *ChemPlusChem*. 2020. V. 85. P. 1438–1454. DOI: 10.1002/cplu.202000202.
3. Vainer B. G. A novel high-resolution method for the respiration rate and breathing waveforms remote monitoring. *Annals of Biomedical Engineering*. 2018. V. 46. P. 960–971. DOI: 10.1007/s10439-018-2018-6.
4. Moreira D. G., Costello J. T., Brito C. J., Adamczyk J. G., Ammer K., Bach A. J. E., Costa C. M. A., Eglin C., Fernandes A. A., Fernández-Cuevas I., Ferreira J. J. A., Formenti D., Fournet D., Havenith G., Howell K., Jung A., Kenny G. P., Kolosovas-Machuca E. S., Maley M. J., Merla A., Pascoe D. D., Priego Quesada J. I., Schwartz R. G., Seixas A. R. D., Selfe J., Vainer B. G., Sillero-Quintana M. Thermographic imaging in sports and exercise medicine: A Delphi study and consensus statement on the measurement of human skin temperature. *Journal of Thermal Biology*. 2017. V. 69. P. 155–162. DOI: 10.1016/j.jtherbio.2017.07.006.
5. Настовьяк А. Е., Вайнер Б. Г. Физико-технические принципы построения автоматизированного мультимодального диагностического комплекса для исследования системных реакций организма человека и животных. *Научный альманах* (ISSN 2411-7609). 2016. № 10-3. С. 391–397. DOI: 10.17117/na.2016.10.03.391.

6. Vainer B. G., Markel A. L. Systemic vascular response to brachial arteries crossclamping may prognosticate the outcome of remote ischemic preconditioning. *Medical Hypotheses*. 2015. V. 84. P. 298–300.
7. Vainer B. G. Focal plane array based infrared thermography in fine physical experiment. *Journal of Physics D: Applied Physics*. 2008. V. 41. P. 065102 (12 pp.). DOI: 10.1088/0022-3727/41/6/065102.
8. Vainer B. G. FPA-based infrared thermography as applied to the study of cutaneous perspiration and stimulated vascular response in humans. *Physics in Medicine and Biology*. 2005. V. 50. P. R63–R94. DOI: 10.1088/0031-9155/50/23/R01.
9. Вайнер Б. Г. Матричное тепловидение в физиологии: Исследование сосудистых реакций, перспирации и терморегуляции у человека / Новосибирск: Изд-во Сибирского отделения РАН. 2004. 96 с. ISBN 5-7692-0706-X.
10. Vainer B. G. Treated skin temperature regularities revealed by IR thermography. *Proceedings of SPIE*. 2001. V. 4360. P. 470–481. DOI: 10.1117/12.421027.
11. Вайнер Б. Матричные тепловизионные системы в медицине. *Врач*, 1999, № 10, С. 30–31.
12. Вайнер Б. Медицинское тепловидение высокого разрешения: новые возможности. *Врач*, 1999, № 2, С. 25–27.
13. Курьшев Г. Л., Ковчавцев А. П., Вайнер Б. Г., Гузев А. А., Базовкин В. М., Строганов А. С., Субботин И. М., Захаров И. М., Ефимов В. М., Постников К. О., Ли И. И., Валишева Н. А., Панова З. В. Медицинский тепловизор на основе матричного ФПУ 128×128 для диапазона длин волн 2.8–3.05 мкм. *Автоматрия*, 1998, № 4, С. 5–12.