

Sektion: Wissenschaftliche Probleme der Materialkunde

Bezeichnung des Projektes: Ausarbeitung der physisch-chemischen Grundlagen der Erhöhung der Leistungsfähigkeit des Vanadiums und seiner Analogen in den Hochtemperatur-Umgebung durch Legieren und Thermodiffusions-Oxidieren

Bezeichnung der Sektionsrichtung:

Die 1.: Metallmaterialien. 1.5. Metalle mit besonderen Eigenschaften (rostfrei, feuerfest, hitzebeständig, kälteresistent, strahlungsresistent, magnetisch, dielektrisch, akustisch, halbleitend, überleitend, friktionell, faseroptisch)

Die 2.: 7. Methoden der Oberflächenengineering. 7.2. Thermische und chemisch-thermische

Durchführende Organisation: Ukrainische Akademie für Typographie

Adresse: 79020, Lviv, vul. Pid Holoskom, 19

AUTOREN DES PROJEKTES:

Leiter des Projektes (Name, Vorname, Vatersname): Schyrovok Volodymyr Volodymyrovych

Akademischer Grad: Dr. h. für technische Wissenschaften, **Wissenschaftlicher Titel:** Prof.

Ort der Hauptbeschäftigung: Ukrainische Akademie für Typographie

Amt: Professor

Tel.: 032-260-03-60 032-264-05-89 **E-Mail:** VVshyrovok@gmail.com

Verantwortlicher Projektträger (Name, Vorname, akademischer Grad, wissenschaftlicher Titel, Amt): Volodymyr Volodymyrovych Schyrovok, Prof. Dr. für techn. Wissenschaften, Professor

Tel.: 032-260-03-60 032-264-05-89 **E-Mail:** VVshyrovok@gmail.com

Das Projekt wurde durch Beschluss des wissenschaftlichen (akademischen, wissenschaftlich-technischen) Rates (Ukrainische Akademie für Typographie) vom „29.“ August 2016, Protokoll №5 eingeschätzt und genehmigt.

Leiter des Projektes:

_____ V. V. Schyrovok

Unterschrift

„____“ _____ 2016

Rektor

Ukrainische Akademie für Typographie:

_____ B. V. Durnjak

Unterschrift

„____“ _____ 2016

Siegel

Sektion: Wissenschaftliche Probleme der Materialkunde

PROJEKT

der fundamentalen Untersuchung, die im Rahmen der Ausgaben des allgemeinen Fonds des Staatsbudgets ausgeführt wird

Bezeichnung des Projekts: Ausarbeitung der physisch-chemischen Grundlagen der Erhöhung der Leistungsfähigkeit des Vanadiums und seiner Analogen in den Hochtemperatur-Umgebungen durch Legieren und Thermodiffusions-Oxidieren

Vorgeschlagene Termine der Projektausführung (bis zu 36 Monaten): vom 01.01.2017 bis 31.12.2019

Vorläufiger Kostenplan des Projektes: 1 840 000 Grn.

1. RESÜMEE

Das Projekt ist dem wissenschaftlichen Problem des Weltniveaus gewidmet, das in materialkundigen Gewährleistung der Basisenergetik der Zukunft – thermonuklearen und nuklearen auf schnellen Neutronen, und nämlich in der Ausarbeitung der physisch-chemischen Grundlagen der Erhöhung der Leistungsfähigkeit der Metalle neuer Klasse, und nämlich des Vanadiums und seiner Analogen in den aggressiven Hochtemperaturumgebungen durch Legieren und Thermodiffusions-Oxidieren besteht. Es wird das Erlernen der Prozesse vorgesehen, die in Vanadium-Legierung durch lange Wirkung der Temperaturen, mechanischer Spannung und entsprechender Umgebungen verlaufen, und Ausarbeitung der Erhöhungsmöglichkeiten ihrer Hitzebeständigkeit. Es werden die Untersuchungen im Einfluss der Legierung auf die Struktur und Phasenzusammensetzung des Vanadiums; der Temperatur auf mechanische Eigenschaften der breiten Legierungsnomenklatur ausgeführt; der Einfluss der dauerhaften (bis zu 5000 St.) Hochtemperaturwitterung unter und ohne Spannung auf die physisch-chemische Eigenschaften des Vanadiums und seiner Legierungen und ihre Verträglichkeit mit Metallschmelzen und anderen Umgebungen (Vakuum, Luft) ausgewertet. Das Projekt ist umfangreich und für eine Reihe gemeinsamer Wissenschaftsbrachen (Reaktor- und Hochtemperatur-Materialkunde, physisch-chemische Materialmechanik, Physik der Materialfestigkeit) und moderne Technik, unter anderem für thermonukleare Energetik und Avia-Raketenbau, Schaffen mobiler Reaktoren dauerhafter Wirkung für militärische Branche und methodologischer Teil - für Bildungsbranche aktuell.

2. PROBLEMATIK DER UNTERSUCHUNG

2.1. Problem, auf dessen Lösung das Projekt gerichtet ist: In den entwickelten Ländern wird die Benutzung des Vanadiums und seiner wenig legierten (bis zu 30 %) Metalle ausgebreitet. Das ist durch die optimale Gesamtheit der nuklearen und mechanischen Eigenschaften und hohe Rostbeständigkeit in den perspektivischen Hochtemperaturwärmeüberträgern (Helium, Lithium- und Natriumschmelze) bedingt. Aber die Wirksamkeit des Einsatzes hängt von der Lösung komplizierter Aufgaben ab, die mit Bedürfnis nach Erhöhung ihrer Hitzebeständigkeit bei den Temperaturen über 950 K. eine akute Notwendigkeit der Ausarbeitung der wissenschaftlich begründeten Prinzipien der Auswahl der Legierungselementen, der Strukturbildung und der Bildung der Phasenzusammensetzung der Metalle, und auch der Methoden der Erhöhung der Hitzebeständigkeit, die der Legierung alternativ sind, z. B. Wärmebehandlung mit chemischen Vorgängen, entstanden sind. Außerdem erfordert die Einführung des Vanadiums Kenntnisse über Abbaueinfluss physisch-chemischer Prozesse, die in den Vanadium-Metallen mit nuklearem Nutzungszweck infolge dauerhafter Temperaturenwirkung, mechanischer Spannungen, entsprechender Umgebungen, und über Wege seiner Minimierung entstanden sind, was ein wichtiges fundamentales Problem ist. Vanadium ist viel leichter als Mehrheit schwerflüssiger Metalle, darum ist der Einsatz der Ergebnisse

der Ausarbeitungen nach dieser Thematik in der aerokosmischen Industrie, Waren doppelten Verwendungszwecks mit hoher spezifischer Festigkeit von besonderer Bedeutung ist.

2.2. Objekt der Untersuchung: Erscheinung des gemeinsamen Legierungs-, Temperatur- und Umgebungseinflusses (Vakuum, Luft, Natrium-, Lithiumschmelze) und der dauerhaften Belastung auf Regelmäßigkeit der Strukturformierung und Stabilität der physisch-chemischen Eigenschaften des Vanadiums und einiger seiner Analogen.

2.3. Gegenstand der Untersuchung: Binäre und komplex legierte Metalle auf der Grundlage des Vanadiums mit unterschiedlichen Typen der Verstärkung und Kriterien ihrer Verträglichkeit mit aggressiven Hochtemperaturumgebungen, Thermodiffusionsverstärkung durch Sauerstoff der Luft, Engineering und Eigenschaften der Oberflächenschichten.

3. UNTERSUCHUNGSZUSTAND DES PROBLEMS UND DER THEMATIK

3.1. Analyse der von den Autoren des Projektes nach Richtung, Problem, Thematik, Objekt und Gegenstand der Untersuchung erhaltene Ergebnisse; worin liegt der Beitrag der obengenannten Gelehrten und warum brauchen ihre Erkenntnisse Fortsetzungen, Ergänzungen, Verbesserungen (bis zu 20 Zeilen): Auf dem Weg der Schaffung moderner Reaktoren der Spaltung und Synthese unterschiedlicher Verwendung (mobile, stationäre) sind materialkundige Fragen heutzutage ausschlaggebend. Die Autoren haben Erfahrungen und eine Menge Erkenntnisse auf diesem Gebiet, wovon frühe Publikationen in den Ausgaben (Journal of Nuclear Materials, Tribology international, Materials Science (Physisch-chemische Mechanik der Materialien), Z. Materialkunde, Wear, Function materials) mit hohem Index SNIP $\geq 0,4$ zeugen. Es ist unter anderem festgestellt, dass Festigkeit und Beständigkeit des Vanadiums als einen perspektiven Konstruktionsmaterial mehrzweckiger Anwendung in den Gasumgebungen und Metallschmelzen nicht ausreichend ist. Das Problem ist Bildung auf seiner Oberfläche des bei 923 K fließenden Oxids und nicht kontrollierter Absättigung durch Verwirklichung (Shyrov O. V., Schachbasov J. O.), die den ganzen Komplex seiner mechanischen Eigenschaften negativ beeinflussen können. Es ist bewiesen worden, dass Legieren ein perspektiver Weg der Behebung dieser Nachteile ist, und Widerstandsfähigkeit der Oxidierung kann durch Auftragen eines Überzugs oder Barrierschichten (Vasylyv C. B., Dazij O.I., Schostak A. V.) in denselben Schmelzen, die Grundlage für Wärmelieferanten sind, radikal erhöht werden. Die Hauptergebnisse wurden in den normalen und kurzfristigen Untersuchungen erhalten. Der Einfluss des zeitlichen Faktors auf die Eigenschaften der Vanadium-Legierungen wurde nur flüchtig erlernt, aber es wurde bewiesen (Schyrov V.V.), dass er einen Degradationscharakter haben kann, was für Objekte langfristiger Nutzung (für nukleare und thermonukleare $\geq 20...30$ Jahre) aus Überlegungen ökologischer ökonomischer Strahlungssicherheit unzulässig ist.

In dieser Hinsicht ist eine Notwendigkeit der Fortsetzung, Ergänzung und Vervollkommnung der Ausarbeitungen entstanden: des detaillierten Erlernens des Einflusses der physisch-chemischen Prozesse, die in den Vanadiumschmelzen unter langfristiger Wirkung der Temperaturen, mechanischer Spannungen verlaufen, die einen Degradationscharakter tragen können, Präzisierung der Rolle der Legierungselementen und sekundärer Phasen – Produkten des Alterns; Ausarbeitung der physisch-chemischen Grundlagen der Erhöhung der Leistungsfähigkeit des Vanadiums und seiner Analogen in den Hochtemperaturumgebungen durch Legieren und Methoden der chemisch-thermischen Behandlung, unter anderem durch Thermodiffusions-Oxidieren; die Veränderungen der Eigenschaften und Struktur der Oberflächenschichten, ihre Schutzeigenschaften gegen Rost und Verschleiß zu bewerten. Der Untersuchung unterliegt eine Menge vorhandener Vanadiummuster und seiner Schmelzen nach Altern während ca. 5000 St.

3.2. Analyse der Ergebnisse, die von einheimischen und ausländischen Wissenschaftlern (entsprechend angeführt im P. 3.1.) erhalten wurden; die Arbeiten dieser Wissenschaftler in den letzten 5 Jahren mit Verweis auf konkrete Veröffentlichungen zusätzlich erlernen (bis zu 30 Zeilen): Unter führenden Wissenschaftlern, die sich mit Ausarbeiten und Untersuchen des Vanadiums als Grundlage der modernen wenig aktiven Materialien beschäftigen, sind Ashasha V.M., Vojevodin V.M. (die Ukraine); R.J. Kurtz, F.A. Garner, S.J. Zinkle, G.R. Odette, D.L. Smith u.a. (die USA); T. Muroga, K. Abe, H. Matsui u.a. (Japan); A. N. Tjumenzev, I. E. Lublinskyj, V.M.

Tshernov, A.V. Vatulin, S.N. Votinov u.a. (Russland). Unter den Hauptrichtungen in der Untersuchung des Vanadiums und seiner Analogen lassen sich folgende ausgliedern: Ausarbeitung technologischer Prozesse der Metallerzielung mit dem angegebenen strukturellen Zustand und chemischen Bestand (Ashasha V.M., Vojevodin V.M.); Erlernen mechanischer Eigenschaften [4,6,7]; Einfluss der Legierungselementen (B, Y, Al, Si u.a.) auf den strukturellen Zustand und Stabilität der Metalleigenschaften [5]; Einfluss der Ionen- und Neutronenbestrahlung auf die Strahlungsstabilität und physisch-mechanische Eigenschaften der Metalle [3]; Erlernen des Einflusses des Legierungsbestandes und der Dotierungselementen auf restliche angeführte Legierungsaktivität.

Die grundsätzlichen Bemühungen sind auf technologische Aspekte und Bewertung des Legierungsverhaltens auf der Basis des Vanadium-Titan-Systems unter Bestrahlungsbedingungen gerichtet. Aber die Ergebnisse des Erlernens der mechanischen Eigenschaften bei kurzfristigen und dauerhaften Belastungen im großem Temperaturabstand sind fast nicht oder nur teilweise angeführt. Zu derselben Zeit wurde am Beispiel des Vanadium-Niobium-Analogen und der Legierungen auf seiner Grundlage bewiesen, dass dieser Faktor vorrangig sein kann [4, 6, 7]. Die entsprechende Konzeption der Stabilisierung der Eigenschaften wurde nicht ausgearbeitet. Die Autoren [2] haben nur die Korrosionsfestigkeit einiger Legierungen des Vanadiums in Lithium untersucht, aber mechanische Untersuchungen wurden nicht durchgeführt und deswegen fehlt die Verbesserungskonzeption der Ressourcenmöglichkeiten dieser Legierungen und der entsprechenden Empfehlungen. Eine wichtige Stelle nehmen die mit Möglichkeiten der verstärkenden thermomechanischen Bearbeitung der Legierungen auf der Grundlage des Vanadiums verbundenen Arbeiten ein, die von den Autoren in Nanostrukturisierung begonnen wurden [1]. Die erhaltenen Ergebnisse zeugen von ihrer Effektivität nur im begrenzten Temperaturabstand. Leider wird die Möglichkeit der Bereicherung der Verstärkung der Sauerstoff der Luft nicht berücksichtigt [1] und gehört zu den Aufgaben dieses Projektes. Bis heute fehlen die Herangehensweisen zur Erhöhung des Widerstandes der Abnutzung dieser neuer Materialienklasse.

3.3. Liste der Veröffentlichungen (nicht mehr als 10) der ausländischen und einheimischen Gelehrten (außer der Veröffentlichungen der Autoren, die in der Untersuchung angeführt sind), die Prototypen und Analogen beinhalten und Grundlage für das Projekt bilden (bis zu 20 Zeilen)

Tabelle 1

№	Alle Angaben zum Artikel
1	A. N. Tjumenzev u.a. // Mikrostruktur und mechanische Eigenschaften der Legierungen V-Me (Cr, W) – Zr – (C, N, O) von den Regimen der chemisch-thermischen Besarbeitung abhängig / Fragen der Atomwissenschaft und Technik. Serie Thermonukleare Synthese, 2014, B. 37, S. 27-33.
2	I. V. Borovizkaja, I. E. Ljublinskyj, H.H. Bondarenko, V.V. Paramonova, S.N. Korschynov,
3	A. N. Mansurova, M.M. Ljachovyzykyj, M.J. Sharkov / Untersuchung der Korrosionsfestigkeit der Vanadium-Legierungen im flüßigen Lithium / Fragen der Atomwissenschaft und Technik. Serie Thermonukleare Synthese, 2015, B. 38, S. 15-21
4	T. Murogaa u.a. // Der gegenwärtige Zustand der Vanadium-Legierungen für Fusion Anwendung / Zeitschrift für Nuklearmaterialien. B. 455, Serie 1-3, Dezember 2014, S. 263-268
5	J.V. Bajandin, A.A. Kostina, O.B. Najmark, I. A. Pantelev / Modelietung des Deformationsverhaltens des Vanadiums bei quasistatistischer Belastung // Rechnungsmechanik der dichten Medien. – 2012. B. 5, № 1. – S. 33-39
6	Manja Krüger/ Hochtemperatur-Druckfestigkeit und Oxidierung einer V-9Si-13B-Legierung /Scripta Materialia /Volume 121, August 2016, P. 75-78
7	Volodymyr V. Shyrovkov, Orest S. Tcvikilevitch, Chrystyna B. Vasyliv. Stabilität von verfestigten Niobium-Legierungen bei Langzeit-Hochtemperaturbelastungen. Z. Metallkunde. 93, 202, 11, S. 1123-1131.
8	Mehmet Tarackia, Yucel Gencera, Adnan Calikb / Die Packungsborierung von reinem Vanadium unter kontrollierter Atmosphäre / Applied Surface Science 256 (2010) 7612-7618

9	V.V. Shyrov, Ch.B.Vasylyv, O.V.Shyrov / Möglichkeiten der Verbesserung der Hochtemperatur-Arbeit von Vanadium und einiger in Reaktoren verwendeten Legierungen. – Journal of Nuclear Materials. – 394. – 2009.- S. 114-122
10	S.J. Zinkle, G.S. Was // Materialien-Herausforderungen in der Kernenergie / Acta Materialia 61 (2013) 735-758
11	Tian Wu, Xiaoling Ma and Xianbo Jin / Herstellung von Vanadimpulver und Vanadium-Titan-Legierungen durch die Elektroreduktion von V ₂ O ₃ - und TiO ₂ -Pulvern / Journal of Materials Research / Volume 31/ Issue 03/ 2016, pp. 405/417

4. ZIEL, HAUPTAUFGABEN UND IHRE AKTUALITÄT

4.1. Ideen und grundsätzliche Hypothesen des Projektes: Auf der Grundlage der Analyse der Ergebnisse der Benutzung der Reaktoren auf den thermischen Neutronen, Reaktoren der erhöhten Arbeitssicherheit auf schnellen Neutronen „Rapsodie“, „Phönix“, „Super-Phönix“ in Frankreich; DFR, PFR, CDFR-1 in Großbritannien, BH-350 (Kasachstan), BOR-60, BH-600 (Russland); EBR-2, „Enriko Fermi“, FFTF, „Clinch-River“ in den USA; KNK, SNR-300, SNR-2 in Deutschland; PEC - in Italien und viele andere, in Tokamaks: UWMAK-1, UWMAK-2, PPPL, OPNL in den USA, JAERI (Japan), CULHAM (Großbritannien), ETPT (Russland), ITALY (Italien), und Reaktoren, deren Projekte international sind, z.B. TFTR, IET, IT-60, IT-15, IHTOP, ITEP, und auch mobiler Reaktoren für Flotte und Kosmonautik, unabhängig von der Konstruktion, Wärmelieferanten, Temperatur wurde die Perspektivität der Vanadium-Benutzung und einiger seiner Legierungen als Konstruktionsmaterial für Kernelemente oder erste Seite der Blanketen; Verbesserung der Abnutzungsbeständigkeit und Kontaktfestigkeit der Konstruktionsmaterialien der Reaktoren durch Formierung der Strukturen in den Oberschichten auf der Grundlage der Elemente mit kleiner angeführter Aktivität und der Matrize; Matrizen und ihrer Komponenten (Legierungselementen); angegebener Elementen und des Sauerstoffs. Reale Verbreitung der Benutzung ist möglich im Falle der Erhöhung der Hochtemperaturstärke und Gewährleistung der Verträglichkeit mit entsprechenden Umgebungen (Minimisierung der Gassättigung, Wahrscheinlichkeit der verschleuderten Ruinierung usw).

Bisherige Erfahrungen der Autoren zeugen davon, dass die Idee der Legierung des Vanadiums mit dem Zweck der Erhöhung seiner Stärkecharakteristika effektiv sein kann, da er fähig ist die Elemente zu lösen, die die Temperatur seiner Schmelzung und Rekristallisation erhöhen. Hohe Ergebnisse können auch durch kombinierte Verstärkung – thermostabile disperse Phasen (Karbiden, Oxiden) + schweraufschließbare Verstärkung erzielt werden.

Das oben Erwähnte stützt sich auf Versetzungstheorie der Metallen- und Legierungsstärke. Außerdem beeinflusst hohe thermodynamische Stabilität der Phasenglieder optimaler Dispersität die Stabilität hohen Niveaus der Ruinierung auch im Falle des dauerhaften Alterns unter Spannung beachtlich.

Als Arbeitshypothese gilt die Möglichkeit der inneren Oxidierung der Legierungen des Systems Mo.-Ma, wo Mo Basismetall ist, und Ma – Legierungsdotierung, die thermodynamisch aktiver als der erste zum Sauerstoff ist, so kann man bei der Benutzung der entsprechenden Quelle und Regimen die Bildung der Oxiden, Oxidkarbiden usw. erreichen, für die hohe Festigkeit und Stabilität charakteristisch sind, im Falle seiner Realisierung kann man die Erhöhung des Widerstandes der oberflächlichen Ruinierung erreichen, und im Falle der Gewährleistung der gleichmäßigen Verteilung der Festigkeit im Volumen des Metalls. Die Gesamtheit der optimaler Legierung, chemisch-thermale Bearbeitung und des entsprechenden Engineerings der oberflächlichen Schichten ermöglicht qualitativ und quantitativ neue Werte für Legierungen auf der Basis des Vanadiums zu bekommen und physisch-chemische Grundlagen der Ressourcenerhöhung der Leistungsfähigkeit des Vanadiums und seiner Analogen in den Hochtemperaturumgebungen.

4.2. Ziel und Aufgaben, auf deren Lösung das Projekt gerichtet ist: Das Ziel dieser Arbeit ist Erarbeitung physisch-chemischer Grundlagen der Ressourcenerhöhung der Leistungsfähigkeit des Vanadiums (darunter auch wenig aktiver Legierungen auf seiner Grundlage) und seiner Analogen in den aggressiven Hochtemperaturumgebungen durch Legieren und chemisch-thermale Behandlung, darunter durch Thermoeffusions-Oxidieren.

Die grundsätzliche Aufgabe ist den Einfluss der Legierungselementen auf die Struktur und physisch-chemische Eigenschaften des Vanadiums unter Bedingungen der dauerhaften Wirkung hoher Temperaturen, gespanntem Zustand, des Vakuums, der Flüssigmetall-Schmelzen (Lithium, Natrium) festzustellen, und physisch-chemische Grundlagen der Erhöhung der Leistungsfähigkeit unter solcher Bedingungen wissenschaftlich zu begründen und zu erarbeiten.

1. Ausarbeitung der methodologischen Herangehensweisen und Methoden für Realisierung komplexer Untersuchungen entsprechend dem Ziel des Projektes.
2. Analyse der quantitativen Werten des Einflusses des Temperaturfaktors auf Festigkeitseigenschaften des Vanadiums und seiner Legierungen auf seiner Grundlage und der Grundlage seiner Analogen (Niobium, Tantal) mit dem schwer löslichen Typ der Verstärkung. Bewertung der thermoaktiven Parameter der Degradationsprozesse.
3. Analyse der quantitativen Werte des Einflusses des Temperaturfaktors auf feste Eigenschaften schwer legierten Legierungen auf der Basis des Vanadiums mit disperser korbider, oxidierender und gemischter Verstärkung.
4. Qualitative und thermodynamische Bewertung der Prozesse der Begasung des Vanadiums und Legierungen in der Luft und im Vakuum und Massentransport der Zutat zwischen flüssigen (Li, Na) und festen Metallen unter isothermischen Bedingungen.
5. Herstellung des Zusammenhanges zwischen der Struktur, strukturellen Veränderungen und Phasenzustand des Metalls, und dem Widerstand der Ruinierung nach der dauerhaften Wirkung hoher Temperaturen, gespanntem Zustand, Vakuum, flüssigen Metallschmelzen (Lithium, Natrium). Das Erlernen der Produkte der Auflösung und des Absinkens.
6. Die Bewertung der Veränderung der oberflächlichen physisch-mechanischen Eigenschaften der Legierungen, darunter dem Widerstand der lokalen Ruinierung, im Laufe der dauerhaften Zusammenwirkung (bis zu 5000 St.) mit Hochtemperatur-Umgebungen.
7. Das Erlernen des Einflusses der Legierungselemente, des Typs der Matrixverstärkung auf Stärkeigenschaften des Vanadiums und des Widerstandes der Abnutzung.
8. Das Ausarbeiten der Optimierungsmethoden der physisch-chemischen Eigenschaften der oberflächlichen Schichten der Legierungen auf der Grundlage des Vanadiums und seiner Analogen mit dem Zweck der Verstärkung und des Schutzes von der Oxidierung mit Benutzung der Erscheinungen der Massenübertragung in die Systeme „fester (Vanadium-Legierung)-flüssiger Metalle“ und der verschleunigten Begasung durch Sauerstoff in der Luft.

4.3. Begründung der Aktualität und/oder Zweckmäßigkeit der Ausführung der Aufgaben:

Abgehend vom Zustand der Untersuchungen in der Problematik nach der Richtung des Projektes sind die gestellten Aufgaben vorrangig für materialkundige Gewährleistung des verbreiteten Einsatzes neuer Materialien-Legierungen auf der Grundlage des Vanadiums. Ungeachtet dessen, dass diese Legierungen viele vorteilhafte Eigenschaften für Reaktornutzung und andere Branchen, gibt es eine Menge Fragen, die gelöst werden müssen. Darüber hinaus bleibt modernes Verständnis der Legierungselementen des Einflusses der Dotierungen der Permeation (C, O) auf die Eigenschaften der Vanadium-Legierungen nicht voll. Es fehlen die Angaben über das Verhalten der Legierungen unter Umständen dauerhafter Wirkung der Belastungen und Temperaturen. Daher ist in unserem Projekt die Durchführung spezieller experimenteller Untersuchungen geplant, die auf das Erlernen des Einflusses der Legierungselementen und Dotierungen der Permeation auf mechanische Eigenschaften und strukturelle Festigkeit der Vanadium-Legierungen gerichtet sind. Es wird die Idee der Benutzung der Dislokationstheorie der Verstärkung entwickelt, darunter die Hypothese des additiven Beitrags seiner unterschiedlichen Mechanismen für Ausarbeitung physisch-chemischer Grundlagen der Ressourcenerhöhung der Leistungsfähigkeit des Vanadiums (darunter wenig aktiver Legierungen auf seiner Grundlage) und seiner Analogen in den aggressiven Hochtemperatur-Umgebungen. Es wird beachtet, dass im Prozess der Anwendung der energetischen Objekte, infolge der Temperaturunterschiede und Vibrationen lokale Abnutzung in nominal beweglichen und unbeweglichen tangentialen Oberflächen stattfindet, und darum werden die Methoden seiner Minimierung ausgearbeitet.

5. HERANGEHEN, METHODEN, MITTELN UND BESONDERHEITEN DER UNTERSUCHUNGEN DEM PROJEKT NACH

5.1. Bestimmung der Herangehensweise zur Durchführung der Untersuchungen, Begründung seiner Neuigkeit: Das komplexe Herangehen zum Erlernen sowohl des differenzierten als auch gemeinsamen Einflusses des Legierens und äußeren Faktoren (Temperatur, Belastung, Dauer, gasähnliche oder metallartige geschmolzene Umgebungen) auf die Eigenschaften neuer Materialienklasse, darunter des Vanadiums, großer Legierungsgamma auf seiner Grundlage und seiner Analogen ist vorgesehen. Es wurden zum ersten Mal die Abnutzungsfestigkeit und die grundlegenden Betriebseigenschaften bewertet. Die Neuigkeit liegt in Variantenreichtum und allseitigem Erlernen physisch-chemischer Eigenschaften, Rostfestigkeit, struktureller und phasenartiger Nichtstabilität unter Bedingungen, die nach einer Reihe Parameter praktische modellieren. Es werden die Materialien nach dem dauerhaften Altern erlernt werden. Es ist die Feststellung der Verbundenheit zwischen den thermoelektrischen Metalleigenschaften und seiner mechanischen Charakteristika, gespanntem Zustand, chemischem Bestand vorgesehen. Außerdem wird zum ersten Mal der Einfluss des Legierens auf die Abnutzungsfestigkeit des Vanadiums bewertet werden.

5.2. Neue oder erneuerte Methoden und Mitteln, Methodik und Methodologie der Untersuchungen, die von den Autoren im Laufe der Ausführung des Projektes geschafft werden: Das vorgesehene Komplex der wissenschaftlichen Forschungsarbeiten wird auf der existierenden und modernisierten Ausstattung auf der Basis des Lehrstuhls für Materialientechnologie und polygraphischen Maschinenbau der Ukrainischen Druckakademie des Ministeriums für Bildung und Wissenschaft durchgeführt, außerdem wird breite Benutzung der Zentren gemeinsamer Nutzung einmaliger und wertvoller Ausrüstung im System des Ministeriums für Bildung und Wissenschaft und Nationaler Akademie für Wissenschaften der Ukraine (Physisch-chemisches Institut, Lviv – Hochtemperaturausrüstung für Hochtemperaturversuche) und Einsatz der Möglichkeiten und Ausrüstung der Fakultät für Mechatronik und Maschinenbau der Universität Ostwestfalen-Lippe, Deutschland („HSOWL“ Hochschule, Ostwestfalen-Lippe: Zeiss EVO 50 VP, EDX: XFlash Detektor 4010, Stereomikroskop Hund; Stereomikroskop Lynx, - Mikroskop Zeiss+ digitale Kamera Leica DC 180 mit dem System der Bildarchivierung, - EDX: XFlash Detektor 4010) zu partnerschaftlichen (kostenlosen) Beziehungen vorgesehen.

Außerdem wird traditionelle Ausrüstung benutzt für:

1. Bewertung der Abnutzungsfestigkeit und Modellierung der Betriebsbedingungen – Maschinenpark für Versuche durch Reiben nach dem einseitigen und dem reversiblen Schemen;
2. Geräte für thermoelektrische Kontrolle der Eigenschaften und des Bestandes der Metalloberfläche mit Benutzung des potentialfreien ADU für Datenwiedergabe auf dem PC;
3. Erlernen der strukturellen Veränderungen und Oberflächenschichten – modernisierte optische Mikroskope MIM-8, MIM-9 (mit Videokamera und Softwarepaket für Computerbearbeitung der Ergebnisse modifiziert);
4. Bewertung der Veränderungen der Oberflächen vor und nach der Oberflächenmodifikation, vor und nach den Versuchen, vor und nach der chemischen Bearbeitung – modernisierter Profilschreibgerät-Oberflächenprüfgerät und Softwarepaket für Bearbeitung der Profilogramme;
5. Feststellung des Veränderungscharakters physisch-chemischer Eigenschaften und struktureller Bestandteile der oberflächlichen und voroberflächlichen Schichten – Mikrohärtemeßgeräte des Typs ПИМТ-3;
6. Auftragen der Schichten und Durchführung der Versuche bei angegebenen Temperaturen – thermische Hochtemperaturausrüstung;
7. Fertigbearbeitung und Schlichtbehandlung der Muster – mechanische Stelle mit Komplex der maschinellen und zusätzlichen Ausrüstung.

Eine wichtige Rolle wird dem Erlernen der Ruinierungsmechanismen und ihrer Identifizierung verliehen. Mit diesem Zweck werden die Methoden der stereomikrofraktographischen Untersuchungen, Varianten der optimalen Vereinbarung der digitalen SEM-Fraktographie und stereologo-stereometrischen Untersuchungen im Regime „in-situ“ benutzt. Solche Integration verbreitet deutlich die Möglichkeiten der quantitativen Mikrofraktographie und bietet die

Möglichkeit die Topographie der Oberfläche und ihre Veränderungen unter Wirkung der äußeren Faktoren, darunter auch Umgebungen.

5.3. Besonderheiten der Struktur und Bestandteilen der Durchführung der Untersuchungen:

Im Projekt werden grundsätzliche wissenschaftliche und technische Untersuchungsrichtungen vereinbart. Im wissenschaftlich-technischen Aspekt ist die Ausführung des Projektes in drei Hauptetappen der Arbeiten aufgeteilt, jede davon hat ihre eigenen Phasen. Im Laufe des Projektes kann ein Übergang zu den Anfangsetappen der Arbeit je nach den entstehenden Aufgabe stattfinden. Nach der Struktur und Zweckmäßigkeit der Erzielung der Aufgabenstellung wird die Reihenfolge: „analytische Untersuchungen – Feststellung der Legierungseigenschaften unterschiedlichen chemischen Bestandes – Analyse der Ergebnisse und Einengung der Zahl der Objekte für weitere Untersuchungen – Feststellung des Einflusses der äußeren Faktoren, darunter Umgebungen auf die Veränderung physisch-chemischer Eigenschaften im Vergleich mit dem Ausgangszustand – Analyse der Ergebnisse und Ausarbeitung der Wege und Methoden der Erhöhung der Festigkeit des Vanadiums und seiner Analogen dem Degradationsveränderungen der Eigenschaften – Ausarbeitung der verallgemeinernden Konzeptionen, Schlussfolgerungen und praktischen Richtlinien“ vorgesehen.

6. ERWARTETE ERGEBNISSE DER ERFÜLLUNG DES PROJEKTES UND IHRE WISSENSCHAFTLICHE NEUIGKEIT

6.1. Ausführlich die erwarteten Ergebnisse vorzustellen – vorläufige Beschreibungen der Theorien, Konzeptionen, Gesetzmäßigkeiten, Modelle, anderer Vorschriften, die von den Autoren geschafft, verändert und/oder hinzugefügt werden: Es wird die Ausarbeitung der physisch-chemischen Grundlagen der Erhöhung der Leistungsfähigkeit des Vanadiums (darunter wenig aktiver Legierungen auf seiner Grundlage) und seiner Analogen in den aggressiven Hochtemperaturumgebungen durch Legieren und chemisch-thermische Bearbeitung, darunter Thermomodiffusions-Oxidieren erwartet. Außerdem die Präzisierung und Entwicklung der Theorie der dynamischen Deformationsverstärkung der Metalle mit KRZ-Gitter. Es werden die Prognosen und experimentale Bestätigung quantitativer Angaben über Temperaturabstand des Ausdrucks dieser Erscheinung für Metalle der Gruppe 5-A und der Legierungen und einiger Legierungen auf ihrer Grundlage. Es werden zum ersten Mal die analytischen Abhängigkeiten dauerhafter Festigkeit dieser Materialien mit Einschluss der Umgebungswirkungen erhalten. Es wird die Entwicklung der Theorie der Hochtemperaturfestigkeit der Metalle und Legierungen mit KRZ-Gittern mit Einschluss der thermoaktiven Degradationsnatur ihrer mechanischen Eigenschaften erwartet. Es wird die Entwicklung und Ergänzung der Theorie der inneren Oxidierung der Legierungen durch neue Gesetzmäßigkeiten erwartet.

6.2. Bestimmen, welche von den erwarteten Ergebnissen wissenschaftlich begründet und bewiesen werden können, sich auf die Gesetzmäßigkeiten (genau angeben welche) der Natur stützen werden, und welche durch methodische und technische Erkenntnisse auf der Basis praktischer Erfahrung: Es wird vorgesehen, dass Hypothese über dominierenden Einfluss des Größenfaktors (des Unterschiedes in den Atomgrößen des Lösungsmittels und des legierenden Elementen) auf die Abnutzungsfestigkeit der KRZ-Metalle, darunter des Vanadiums, wissenschaftlich begründet und praktisch bewiesen werden kann. Es wird die Einstellung der Mechanismen der Volumenruinierung und zum ersten Mal die Ausarbeitung wissenschaftlicher Grundlagen der Erhöhung der Abnutzungsfestigkeit wenig legierten Legierungen und Wege ihrer Minimierung erwartet.

Nützliche methodische und technische Erkenntnisse auf der Basis der praktischen Erfahrungen sind die Angaben über mechanische Eigenschaften der Legierungen der Systeme V-Mz, V-Mw, V-Mz-C, V-Mz-O, V-Mz-Me (O,C), wo Mz – Element der Ersetzung von Nb, W, Mo, Ta, Zr, Ti, Cr ist; Mw – Element der Verkörperung – C, O, und auch ihre Verträglichkeit mit aggressiven Hochtemperaturumgebungen, Benutzung moderner Untersuchungsmethoden. Ein wichtiger Moment ist die Idee den Sauerstoff der Luft zu benutzen, vorher ihn in den Produkten der Metalloxidierung für Oxidfestigkeit anzuhäufen, was den Prozess vereinfacht und billiger macht.

6.3. Die wissenschaftliche Neuigkeit der angeführten Thesen auf der Basis ihres inhaltlichen Vergleiches mit existierenden Analogon in der Welterfahrung auf der Basis der Verweise auf konkrete Veröffentlichungen (angeführt in der Tabelle 1), Vorteile der Ergebnisse, die erhalten werden, über den existierenden beweisen: Es werden zum ersten Mal die physisch-chemischen Grundlagen der Erhöhung der Ressource der Leistungsfähigkeit neuer Klasse der Materialien – Vanadiums und seiner Legierungen auf seiner Basis (darunter auch wenig aktive) und seiner Analogon in den aggressiven Hochtemperaturumgebungen ausgearbeitet, Teil davon gehört zu den langfristigen Wärmeträgern in der nuklearen und thermonuklearen Energetik, durch Legieren und chemisch-thermische Behandlung, darunter durch Thermodiffusions-Oxidieren.

Nachteil der Vorläufer [1-10] war, dass die grundsätzlichen Bemühungen auf die technologischen Aspekte und Bewertung des Metallverhaltens einer sehr begrenzten Nomenklatur, hauptsächlich der Legierungen auf der Basis des Systems Vanadium-Titan, Vanadium-Titan-Chrom [3-5] und einiger anderen unter Umständen der Bestrahlung gerichtet waren. Aber die Ergebnisse des Erlernens mechanischer Eigenschaften bei kurz- und langfristigen Belastungen im breiten Temperaturspektrum sind praktisch nicht untersucht oder sind teilweise angeboten. Darum wurden entsprechende Konzeptionen nicht geschaffen. Zu derselben Zeit wurde am Beispiel des Vanadium-Niobium-Analogen und Legierungen auf seiner Basis bewiesen, dass dieses Faktor vorteilhaft sein kann [4,6,7]. Die entsprechende Konzeption der Stabilisierung der Eigenschaften durch physisch-chemische Mittel wurde auch nicht ausgearbeitet und die Autoren dieses Projektes sehen einen immensen Eintrag in dieser Richtung und in der Prognostizierung des Verhaltens des Materials unter solchen Bedingungen vor.

Die Verstärkung der Matrix der Basis einiger Vanadium-Legierungen durch Sauerstoff der Luft ist eine der Aufgaben dieses Projektes. Es ist die Erhöhung quantitativer Angaben über Festigkeit zwei Mal höher vorgesehen, als von den Autoren [1, 2] erhalten worden ist.

Die Autoren [2] haben nur Rostfestigkeit einiger Legierungen des Vanadiums in Lithium beachtet, aber sein Einfluss auf die mechanischen ist nicht bekannt. Darum sind solche Daten, die von den Autoren des Projektes zu erhalten vorgesehen sind, neu und wertvoll und ermöglichen sie in der Theorie und Praktik zu benutzen.

Die Autoren haben zum ersten Mal beachtet, dass im Betriebsprozess der energetischen Objekte infolge der Temperaturunterschiede und Vibrationen lokale Abnutzung in den nominal beweglichen und unbeweglichen tangentialen Oberflächen stattfindet, darum wird das Erhalten neuer Kenntnisse über die Besonderheiten dieses Prozesses bezüglich Vanadiums und seiner Legierungen und Analogon erwartet, neue quantitative Angaben, analytische Abhängigkeiten und praktische Empfehlungen über die Minimisierung sind erhalten.

7. PRAKTISCHER WERT FÜR DIE WIRTSCHAFT UND GESELLSCHAFT

7.1. Die Wichtigkeit der erwartenden Ergebnisse für Bedürfnisse der Entwicklung des Landes und menschheitliche Gemeinschaft begründen: Der Wert der erwartenden Ergebnisse für die Bedürfnisse der Entwicklung des Landes und menschheitliche Gemeinschaft ist nicht zu bezweifeln. Außerdem bekommt die Ukraine eine zusätzliche Möglichkeit für die intensivere Integration mit entwickelten Ländern im wissenschaftlichen Bereich. So, die Untersuchung des Marktes haben gezeigt, dass die Vanadium-Materialien Aussichten in folgenden Wissenschafts- und Wirtschaftsbereichen haben: - Projekt des Internationalen thermonuklearen Reaktors, ITNR; - internationales Projekt DEMO; - Branchen des Reaktorbaus, die mit Ausarbeitung und Herstellung der Reaktoren auf schnellen Neutronen verbunden sind; - aerokosmische und Flugzeugindustrie, die Materialien mit hoher Größe spezifischer Festigkeit (Boeing, Lockheed, British aerospace und andere).

Die Vervollkommnung der Legierungen auf der Basis des Vanadiums und seiner Analogon fördert die verbreitete Benutzung der nuklearen Energie in der Schwarzmetallurgie für Herstellung des erneubaren Gases, was ermöglicht, ihre Produktivität (bei der Wärmekapazität des Reaktors mit 500 MVt kann man die Herstellung der 3...3,5 Mio Tonnen Eisen pro Jahr gewährleisten) stark zu erhöhen und mehrfach die Verschmutzung der Umwelt senken, die in der ersten Linie mit einfachen metallurgischen Prozessen verbunden ist. In der Chemieindustrie können die nuklearen Reaktoren für

Umwandlung des Methans bei der nächsten umfangreichen Herstellung des Ammoniaks, bei dem Erhalten des Methanols, bei der Reinigung des Erdöls, der Begasung der Kohle bei der Temperatur 1073...1273 K und für Erhalten unterschiedlichen Kohlenbrennstoffs davon eingesetzt werden. In Bezug darauf wird in Deutschland, Großbritannien, den USA, Japan besondere Aufmerksamkeit der Ausarbeitung der gasigen nuklearen Hochtemperaturreaktoren auf den Schnell- und Wärmeneutronen geschenkt. Die Errungenschaften im Bereich der gesteuerten thermonuklearen Synthese forderten zur Ausarbeitung der energetischen thermonuklearen Reaktoren auf. Prinzipiell thermonukleare Anlagen können zu fast endloser Energiequelle werden. Für praktische Anwendung der Vanadium-Legierungen muss man über ihre Eigenschaften und Veränderungen unter Wirkung der aggressiven Umgebungen wissen.

7.2. Den Wert der erwarteten Ergebnisse für auswärtige und einheimische Wissenschaft begründen: Es werden zum ersten Mal die physisch-chemischen Grundlagen der Erhöhung der Ressource der Leistungsfähigkeit neuer Materialienklasse – des Vanadiums und der Legierungen auf seiner Basis (darunter wenig aktiver) und seiner Analogen in den aggressiven Hochtemperaturumgebungen ausgearbeitet, Teil davon gehört zu den langwierigen Wärmeträgern in der nuklearen und thermonuklearen Energetik, durch Legieren und chemisch-thermische Behandlung, darunter durch Thermodiffusions-Oxidieren.

Es wird die Erhöhung der Festigkeitswerte einiger Vanadium-Legierungen zweifach im Vergleich zu ihren Vorläufern nach der Optimierung der Regimen und dem Einsatz des Thermodiffusions-Oxidierens durch Sauerstoff der Luft vergrößert. Die Daten, die von den Autoren des Projektes über den Einfluss der Metallschmelzen auf Vanadium-Eigenschaften erhalten werden, werden neu und wertvoll sein und ermöglichen sie in der Theorie und Praxis zu gebrauchen.

Die Autoren haben zum ersten Mal beachtet, dass im Prozess des Betriebs der energetischen Objekte, infolge der Temperaturunterschiede und Vibrationen lokale Abnutzung der nominal beweglichen und unbeweglichen tangentialen Oberflächen stattfindet, und darum wird Erhalten neuer Kenntnisse über die Besonderheiten dieses Prozesses bezüglich des Vanadiums und seiner Legierungen und Analogen und erhaltene neue quantitative Angaben, analytische Abhängigkeiten und praktische Empfehlungen über seine Minimierung erwartet.

7.3. Die Wichtigkeit der Ergebnisse für Vorbereitung der Fachleute im Bildungssystem, unter anderem der wissenschaftlichen Mitarbeiter höherer Qualifikation beweisen, die Namen und Thematik der Qualifikationsarbeiten der Master, Doktoranden und Habilitanden angeben, die in der Durchführung des Projektes mit Bezahlung der Arbeit teilnehmen werden: An der Durchführung des Projektes mit Bezahlung der Arbeit werden als Hauptausführer der Doktorand Datsii Oleh Igorovitsch mit dem Thema „Die Bewertung der Oberflächeneigenschaften der Metalle und Legierungen mit unterschiedlichem Engineering auf der Basis der thermoelektrischen und dürometrischen Kennzahlcharakteristika“ und der Habilitand Shyrokov Oleksii Volodymyrovych, der sich im Bereich des Erlernens des Verhaltens der Konstruktionsmaterialien in den Metallschmelzen und ihres Einflusses auf die Verträglichkeit der Metallnatur, der Temperatur und Belastungen usw. spezialisiert, teilnehmen. Es wird die Teilnahme der Master-Studierenden vorgesehen.

Nach den Ergebnissen der Untersuchungen ist geplant, den neuen Zyklus der Laborarbeiten und Vorlesungskurse in den Fächern „Grundlagen der wissenschaftlichen Untersuchungen“, „Technologische Methoden der Gewährleistung der Verlässlichkeit der Maschinenteile“, „Spezielle Methoden der Behandlung der Materialien“, „Technologische Grundlagen modernen Maschinenbaus“, „Angewandte Mechanik“, „Branchenmaschinenbau“ zu entwickeln.

7.4. Die geplante Liste der Ausarbeitungen, informations-analytischen Materialien, Empfehlungen, Vorschläge usw. anführen, die für Benutzung über die ausführende Organisation hinaus auf der Grundlage der Verträge, unter anderem der Wirtschaftsverträge und Grant-Verträge, dem Verkauf der Lizenzen usw. weitergeleitet werden können:

1. Zusammensetzung neuer nach den physisch-chemischen Werten optimierten Legierungen.
2. Wege neuer verstärkenden Technologien und Optimierung des Engineerings der Oberflächenschichten.

3. Neue Daten der tribologischen Versuche der Vanadium-Legierungen, Verfahren und Technologien der Modifikation der Oberflächen durch wenig aktive Elemente.
4. Daten über Gradient physisch-mechanischer Eigenschaften modifizierter Oberflächen, ihr Engineering und Schutzeigenschaften.
5. Patente und Empfehlungsmaterialien.
6. Mittelbare und abschließende Berichte.
7. Veröffentlichte Arbeiten.

Mögliche Nutzer: Nationales Wissenschaftszentrum vom Kharkover Institut für Physik und Technologie (Ukraine), IMR, TOHOKU Univ, National Institute for Fusion Science (Japan); Stillozeanisches nordwestliches nationales Laboratorium, Oak Ridger Nationales Laboratorium, Nationales Laboratorium Argonni, Prinstoner Laboratorium der Plasmaphysik (USA), und auch: Institute for Advanced Materials, Ispra, Italien; Max-Planck-Institut für Plasmaphysik, EURATOM Association, Garching bei München, Deutschland; Forschungszentrum Karlsruhe, Institut für Reaktorsicherheit, EURATOM Assoziation, Karlsruhe, Deutschland; Forschungszentrum Julich, EURATOM Assoziation, Julich, Deutschland; National Key Laboratory for Nuclear Fuel and Materials, China.

8. FINANZIELLE BEGRÜNDUNG DER AUSGABEN FÜR AUSFÜHRUNG DES PROJEKTES

8.1. Umfang der Ausgaben für Gehalt (Abrechnung des Fonds der Arbeitsbezahlung nach der Menge der Arbeiter, die an der Ausführung teilnehmen (gesamt):

Stelle	Gehalt 2017, Tausend Grn.	Insg. 2017	Gehalt 2018, Tausend Grn.	Insg. 2018	Gehalt 2019, Tausend Grn.	Insg. 2019
Führender wissenschaftlicher Mitarbeiter, Dr.h.	3,5	42,5	5,3	63,6	6,1	72,6
Führender wissenschaftlicher Mitarbeiter, Dr. h.	3,5	42,5	5,3	63,6	6,1	72,6
Führender wissenschaftlicher Mitarbeiter, Dr.h.	3,5	42,5	5,3	63,6	6,1	72,6
Wissenschaftlicher Obermitarbeiter, Dr.	-	-	3,5	42,0	4,0	48,0
Wissenschaftlicher Obermitarbeiter, Dr.	2,32	4,1	3,5	42,0	4,0	48,0
Wissenschaftlicher Obermitarbeiter, Dr.	2,32	4,1	3,5	42,0	4,0	48,0
Wissenschaftlicher Mitarbeiter	-	-	2,2	26,4	2,5	30,1
Wissenschaftliche Hilfskraft	1,6	17,4	2	24,0	2,3	27,4
Insgesamt	2,7	193,1	3,8	367,2	4,4	419,3

8.2. Umfang der Ausgaben für Materialien, Ausrüstung und Inventur, vorläufige Berechnung (insgesamt):

Benennung der Materialien	2017, Tausend Grn.	2018, Tausend Grn.	2019, Tausend Grn.	Insgesamt
Kanzleiwaren, Papier 17.23.1	2,3	8,6	9,5	14,2
Kanzleiwaren 32.99.1	1,6	5,3	5,8	7,8
Teile und Zubehör zu	2,2	-	2,0	25,9

den Rechnungsmaschinen (Kassette) 26.20.4				
Informationsträger magnetisch und optisch 26.80.1	1,1	3,6	4,0	28,7
Stoffe chemisch, nicht organisch, grundsätzliche 20.13.6	11,1	41,9	46,1	99,1
Handinstrumente, andere 25.73.3	2,8	10,0	11,9	24,7
Insgesamt	21,1	69,4	79,3	169,8

8.3. Umfang der Ausgaben für Energieträger, andere Nebenkosten (insgesamt):

Benennung der Ausgaben	2017, Tausend Grn.	2018, Tausend Grn.	2019, Tausend Grn.	Insgesamt, Tausend Grn.
Bezahlung der Elektrizität	2,0	4,1	5,7	11,8
Bezahlung des Erdgases	10,8	22,0	24,2	57,0
Bezahlung der Wasserleitung und Wasserabflusses	0,8	1,9	2,1	4,8
Insgesamt	13,6	28,0	32,0	73,6

8.4. Andere Ausgaben (nach der Art, mit Begründung ihrer Notwendigkeit (gesamt):

8.5. Zusammengezogener Kostenplan des Projektes (gesamt):

Benennung der Ausgaben	Insgesamt	2017	2018	2019
Bezahlung der Arbeitskraft	979,6	193,1	367,2	419,3
Anrechnungen auf Bezahlung der Arbeitskraft	215,5	42,5	80,8	92,2
Gegenstände, Materialien, Ausrüstung und Inventar	169,8	21,1	69,4	79,3
Bezahlung der Nebenkosten und Energieträger	73,6	13,6	28,0	32,0
Ausgaben für Dienstreisen der unmittelbaren Ausführer	152,7	25,5	59,1	68,1
Mittelbare Ausgaben	248,8	44,2	95,5	109,1
Kostenplansumme (Summe aller Artikeln der Ausgaben)	1840,0	340,0	700,0	800,0

9. ERKENNTNISSE UND ERFAHRUNGEN DER AUTOREN DER THEMATIK DES PROJEKTES NACH

9.1. H-Index und gesamte Menge der Zitierungen wissenschaftlicher Aufsätze des Leiters des Projektes entsprechend der Scopus oder Web of Science Core Collection (WoS) - Basis (Google-Scholar für sozio-humanitäre Wissenschaften) und die Web-Adresse seiner entsprechenden Autorenprofile und Autor ID vermerken:

Der Datenbasis Scopus h-Index – 5, Zitierungen – 42, Author ID 6602214850
<https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6602214850>

9.2. Den gesamten h-Index und gesamte Menge der Zitierungen der wissenschaftlichen Veröffentlichungen der 5 hauptsächlichsten Autoren des Projektes (außer des Leiters) nach der Datenbasis Scopus oder WoS (Google Scholar für sozio-humanitäre Wissenschaften) und Web-Adressen ihrer entsprechenden Autorenprofilen und Autoren ID angeben:

Der gesamte h-Index: 8, Zitierungen – 69

h-Index: 5, Zitierungen -42

Author ID 6602214850

<https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6602214850>

h-Index: 1, Zitierungen – 11

Author ID 6505538522

<https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6505538522>

h-Index: 2, Zitierungen – 16

ID 6507084483

<https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6507084483>

10. WISSENSCHAFTLICHE ERKENNTNISSE UND ERFAHRUNGEN DER AUTOREN NACH DER RICHTUNG DES PROJEKTES

(In den letzten 5 Jahren (das Jahr der Anfrage einschließend))

10.1. Liste der Artikel in den Zeitschriften, die in die wissenschaftlich-metrische Datenbasen WoS und/oder Scopus mit dem Index SNIP $\geq 0,4$ (Source Normalized Impact Per Paper) (oder für sozio-humanitäre Wissenschaften mit dem Index SNIP >0) eingeschlossen sind

Tabelle 2

№	Volle Angaben über die Artikel (Patente) mit Web-Adresse der elektronischen Version; <u>die Namen der Autoren vermerken</u> , die zu der Liste der Autoren gehören, Index SNIP der Ausgaben (Source Normalized Impact Per Paper)	Wissenschaftlich-metrische Datenbasis	Index SNIP
1	L.A. Arendar, <u>Kh. B. Vasyliv, V.V. Shyrokov</u> Der Einfluss der Belastung auf die Deformation der Oberflächenschichte des Stahls mit Boron-Chromium-Schichte, Materials Science (2012) http://link.springer.com/artikle/10/1007/s11003-012-9459-0	Scopus	0,556
2	<u>V.V. Shyrokov, Ch. B. Vasyliv, O.V. Shyrokov</u> Wege der Verbesserung der Hochtemperaturen-Leistungsfähigkeit des Vanadiums und einiger Legierungen, die in Reaktoren gebraucht werden. Journal of Nuclear Materials, 394 (2009), S. 114-122 http://documents.tips/documents/ways-of-improving-the-high-temperature-work-service-of-vanadium-and-some-alloys.html	Web of Science (WoS)	1,710
3	A. Arendar, <u>Kh. B. Vasyliv, V.A. Vinar, E.M. Rud`kovs`kyj</u> Spezielle Besonderheiten der Festigkeit des Zirconiums in gasähnlichen Atmosphären bei unterschiedlichen Temperaturen. Materials Science, May 2013, Band 48, Ausgabe 6, S. 747-751, http://link.springer.com/article/10.1007/s11003-013-9564-8	Scopus	0,556

10.2. Artikel, die zu den wissenschaftlich-metrischen Datenbasen WoS und Scopus gehören, die im Punkt 10.1 (oder Index Copernicus für sozio-humanitäre Wissenschaften) und Patente der Ukraine oder anderer Länder für die Erfindung oder Betriebsmuster nicht eingeschlossen sind.

№	Volle Angaben über die Artikel (Patente) mit Web-Adresse der elektronischen Version; die Namen der Autoren vermerken, die zu der Liste der Autoren gehören
1	V.V. Shyrovov, O.V. Shyrovov. Ressourcenstabilität physisch-mechanischer Eigenschaften der Legierung BIY, (Materials Science), Physisch-chemische Mechanik der Materialien/2016, №4, S. 48-54
2	Pochmurskyj V.I., Arendar L.A., Rudkovskyj J.M., <u>Shyrovov O.V.</u> , Vynar V.A., Chlopyk O.P., <u>Vasyliv Ch.B.</u> , Razka N.B. Maschine für Untersuchung der Reibungsprozesse und Abnutzung der Materialien ohne Schmierstoff in Vakuum und Gasumgebungen. Patent der Ukraine auf die Erfindung № u2012 10989 vom 20.09.2012.
3	V.V. Shyrovov, Ch.B. Vasyliv, O.V. Shyrovov. Wege der Verbesserung der Hochtemperaturen-Leistungsfähigkeit des Vanadiums und einiger Legierungen, die in Reaktoren gebraucht werden. Journal of Nuclear Materials, 394 (2009), S. 114-122
4	V.V. Shyrovov, Ch.B. Vasyliv, L.A. Arendar. Der Einfluss der Belastung auf Deformierung der Oberflächenschichte und die Annäherung der perspektiven Tribomaterialien // Wissenschaftliche Notizen Zwischenuniversitätäre Sammlung (nach den Richtungen „Maschinenbau und Metallbearbeitung“, „Engineeringmechanik“, „Metallurgie und Materialkunde“), Ausgabe 31 (Juni 2011), Lutsk, 2011, S. 426-431.
5	V.I. Pokhmurskii, V.A. Vynar, <u>Ch.B. Vasyliv</u> , N.B. Ratska Effekte des hydrogenen Einflusses auf die mechanischen und tribologischen Eigenschaften der α -Titanium-Oberfläche. – Wear, Band 306, Ausgabe 1-2, 30. August 2013, S. 47-50
6	V.V. Shyrovov, <u>Ch. B. Vasyliv</u> , L.A. Arendar Der Einfluss der Belastung auf die Deformierung der oberen Stahl-Schichte mit borochromer Beschichtung. Materials Science, Physisch-chemische Mechanik der Materialien. 6. -2011.- S.80-86
7	N.B. Ratska, <u>Ch. B. Vasyliv</u> , V.A. Vynar. Die Erhöhung der Abnutzungsfestigkeit der Niobium-Titanium-Legierung durch Oxidieren. – Physisch-chemische Mechanik der Materialien. Materials Science, - 2012 - №4. – S. 117-121
8	<u>Schostak A.V.</u> REM-fotogrammetrische Bewertung des Mikroreliefs der Oberflächen / Informationsblatt für Geodäsie und Kartographie, Kiev, 2011, №1. – S. 30-34
9	Ch. Vasyliv, V. Vynar, N. Ratska, P. Panasjuk. Der Einfluss der Temperatur der Oxidierung auf mikromechanische und tribologische Eigenschaften der Legierung des Systems Nb-Ti-Al-Motorization and power industry in agriculture (MOTROL). – Lublin, 2013. – B.15. - №4. – S. 186-192
10	V.I. Pochmyrskyj, <u>Ch. B. Vasyliv</u> . Der Einfluss des Wasserstoffes auf die Reibung und Abnutzung der Metalle (Übersicht). – Physisch-chemische Mechanik der Materialien. Materials Science, - 2012. - №2. – S. 5-17.
11	<u>Shyrovov V.V.</u> , <u>Shyrovov O.V.</u> , Stezko A.J. Rostfreier Stahl. Patent der Ukraine auf das nützliche Modell UA 99778 U vom 25.06.2015, Informationblatt №12
12	Stezko A.J., <u>Dazij O.I.</u> , Stezko J.B. Die Weise des diffusen Bohrens der Einzelteile. Pat. № 109096 Ukraine, Infoblatt № 1 3 / 2013
13	<u>Schachbasov J.O.</u> , Hriner I.M., Starotschuk V.A., Stezko A.J., Stezko J.B. Die Weise der mechanischen Bearbeitung der Maschineneinzelteile. Pat. 78460 Ukraine, Infoblatt № 6/2013
14	<u>Schachbasov J.O.</u> , Bilavskyj L.A., Bilavskyj M.L., Stezko A.J. Die Weise der Bearbeitung der flachen Oberflächen der Stahleinzelteile mit pflasterartigen Fräsmaschinen Pat. 96084 Ukraine, Infoblatt №18/2011

10.3. Nach dem Thema des Projektes veröffentlichte Artikel in den Zeitschriften, die in der Liste der Fachausgaben der Ukraine sind und ISSN haben, Artikel in den ausländischen Zeitschriften, die nicht im Punkt 10.1-10.2 sind, auch englischsprachige Thesen der Vorträge in den Materialien der internationalen Konferenzen, die in den wissenschaftlich-metrischen Datenbasen WoS oder Scopus (oder Index Copernicus für sozio-humanitäre Wissenschaften)

indexiert werden, und Verteidigungsunterlagen auf Objekte des Rechtes des intellektuellen Eigentums, die nicht im P. 10.2 sind

Tabelle 4

№	Alle Angaben über Artikel, Thesen der Vorträge und Verteidigungsunterlagen mit Web-Adresse der elektronischen Version; <u>die Namen der Autoren vermerken</u> , aus der Liste des Kapitels 13
1	O.V. Shyrov, V.V. Shyrov, J.O. Shachbasov, O.I. Datsij Einfluss der Kupfer- und Blei-Schmelzen auf physisch-mechanische Eigenschaften der hochfesten rostfreien Stähle. UAT, Wissenschaftliche Notizen, Serie Technische Wissenschaften, №1 (50)/2015, S. 74- 92
2	Pokhmurskii V.I., Vasylyv Kh. V., Vynar V.A., Holovchuk M. Ya., Ratska N.B. Der Einfluss der elektrischen Hydrogenation auf das tribologische Verhalten des Armco-Stahls und Niobium als Modellmaterialien mit bcc-Gitter//Proceeding of Second Ukrainian-Greek Symposium „Fracture Mechanics of Materials“ Lviv, Ukraine, der 4.-8. Oktober, 2011
3	Shyrov V.V., Datsii O.I. Die Benutzung der Methode der lokalen Berührungs-T.E.P.C. bei der Untersuchung des gespannten Zustandes der verstärkten Einzelteilen // Komplexe Gewährleistung der Qualität der technologischen Prozesse und Systeme (KGQTPS-2016): Thesenband der VI. Internationalen wissenschaftlich-praktischen Konferenz (26.-29. April 2016, Tschernihiv). – Tschernihiv: Tschernihiver Nationale Technische Universität, 2016. – 356 S., S. 271
4	Vynar V.A., Vasylyv Ch. V., Arendar L.A., Ratska N.B., Tkachuk O.V. De Einfluss des Wasserstoffes auf das tribologische Verhalten der α -Titan-Legierungen // „Titan-2012: Erzeugung und Einsatz“, Thesenband der III. wissenschaftlich-technischen Konferenz am 4.-5. Oktober 2012, Saporishja: ZNTU, 2012, S. 85-88.
5	L.A. Arendar, Kh. B. Vasylyv, V.A. Vynar, Ye. M. Rudkovskii Die Besonderheiten der Abnutzung des Tribopaars Zirkonium-SHX-15 in den Gasumgebungen bei Zimmertemperatur und bei erhöhten Temperaturen (PhChMM.- №6. – 2012.- S.).
6	N. Ratska, Kh. Vasylyv, S. Kovalyshyn. Der Einsatz des Thermomodiffusions-Oxidierens für Verbesserung der tribologischen Eigenschaften der Legierung des Systems Niobium-Titan. – MOTROL. – Commision of Motorization and Energetics in Agriculture. – 2015. B. 17, №4. S. 3-6.
7	V. Pochmurskyj, V. Vynar, Kh. Vasylyv, V. Zasekiv. Der Einfluss des Wasserstoffs auf mechanische und tribologische Eigenschaften der oberflächlichen Mikrovolumen des Zirkoniums. – Sammelband der wissenschaftlichen Arbeiten der 5. Internationalen Konferenz „Mechanik der Ruinierung der Materialien und Festigkeit der Konstruktionen“, 4-27. Juni 2014, Lviv. – S. 575-580
8	Pochmurskyj V., Vasylyv Kh., Vynar V., Ratska N. Korrosives und tribo-korrosives Verhalten des Titans bei elektrolytischer Bewässerung. – Rostprobleme und Antirostschutz der Materialien: in 2 B. / Spezialausgabe der Zeitschrift “Physisch-chemische Mechanik der Materialien“. - №10. – Lviv. Physisch-mechanisches Institut namens H.V.Karpenka NAW der Ukraine, 2014. – B.1. – S. 145-151
9	V.A. Vynar, M.Ya. Holovchuk, L.A. Arendar, N.B. Ratska, Kh. B. Vasylyv Tribologische Eigenschaften der oxidierten Legierung des Systems ti-nb-al unter unterschiedlichen Bedingungen der Bewässerung // Wissenschaftliche Notizen. Sammelband der Universitäten nach den Branchen „Maschinenbau und Metallbearbeitung“, „Engineeringmechanik“, „Metallurgie und Materialkunde“, Ausgabe 41, T.2 (April-Juni, 2013), Luzk, 2013, S.
10	V.M. Melnyk, V.V. Shyrov, O.V. Syrov. Algorithmus des Erlernens der Grenzpunkte der strukturellen Elemente der Mikrobilder für Ausrüstung der technischen Komplexe. Technische Komplexe. – 2013. - №2. – S. 80-85.

10.4. Monographien nach der Richtung des Projektes, die in den ausländischen Ausgaben in amtlichen Sprachen der Europäischen Union veröffentlicht sind

10.5. Kapiteln der Monographien nach der Richtung des Projektes, die in den ausländischen Ausgaben in amtlichen Sprachen der Europäischen Union veröffentlicht sind (ab 3 Druckbogen)

10.6. Monographien nach der Richtung des Projektes, die in den Sprachen veröffentlicht sind, die nicht zu den Sprachen der Europäischen Union gehören

Tabelle 7

№	Alle Angaben über Monographien; <u>die Namen der Autoren vermerken</u>, aus der Liste des Kapitels 13	Menge der Druckbogen
1	Melnyk V.M., <u>Shostak A. V.</u> Quantitative Stereomirkofraktographie, Lutsk: Verlag "Vesha" Volhynische Nationale Lessja-Ukrainka-Universität (2009), 2012	22
2	Grundlagen der Bribomaterialkunde / <u>Shyrovkov V.V., Shostak A.V., Boshydarnik V.V., Synii S.V., Shyrovkov O.V., Melnik Yu. A., Arendar L.A.</u> – Lutsk: Verlag der Lutsker NTU, 2013, 250 S.	11

10.7. Von den Autoren des Projektes verteidigte Doktorarbeiten (Ph.D. und Dr.h.)

Tabelle 8

№	Angaben über Doktorarbeiten (Autor, Name der Dissertation, Fachrichtung, Doktorvater/Berater, Jahr und Ort der Verteidigung)
1	Shyrovkov O.V. Feststellung der Gesetzmäßigkeiten des Einflusses der Kupfer- und Bleischmelzen auf physisch-mechanische Eigenschaften der rostfreien Stähle hoher Festigkeit. Kandidat für technische Wissenschaften. 05.02.01 – Materialkunde, Doktorvater Doktor für technische Wissenschaften, Prof. Shahbasov Ya.O., 2013, Spezialrat – K 32.075.02, Lutsk, Lutsker Nationale technische Universität des Ministeriums für Bildung und Wissenschaft der Ukraine
2	Shostak A. V. Methoden und Modelle der Mikrofotogrammetrie in den angewandten wissenschaftlichen Untersuchungen. Doktor habilitiert für technische Wissenschaften, 05.24.01 – Geodäsie, Fotogrammetrie und Kartographie, 2012, Kiev. Nationales Institut für Bau und Architektur

10.8. Individuelle Grants (Stipendien), wissenschaftliche Hospitationen im Ausland, die vom Staatsbudget der Ukraine und/oder Auslandorganisationen finanziert wurden (allgemeine Zahl der Monate für den Leiter und 5 Autoren des Projektes)

Tabelle 9

№	Name und Vorname des Ausführenden	Benennung des Grants	Zahl der Monate	Finanzierung, Tausend Grn.
1	Shyrovkov Oleksij Volodymyrovych	Preis für Nachwuchswissenschaftler und Fachleute der Lviver staatlichen Gebietsverwaltung und Lviver Gebietsrates für 2012	2012	9,0

10.9. Anzahl der allgemeinuniversitären wissenschaftlichen Zuschüsse (außer den im Punkt 10.8 vermerkten), nach denen die Autoren des Projektes gearbeitet haben, die von den ausländischen Organisationen finanziert wurden (Anzahl der Zuschüsse mit entsprechendem Verweis auf die Webseite oder auf den Brief vom Zuschussgeber)

10.10. Von den Autoren des Projektes wurde die Vertrags- und Zuschuss-Thematik für die Summe (Tausend Grn.) (mit entsprechender Bestätigung durch Genehmigung aus der Buchhaltung der Hochschule) im Rahmen der zu beantragenden wissenschaftlichen Richtung ausgeführt.

Tabelle 11

№	Name, Vorname der Ausfühler	Benennung des Grants	Besteller	Finanzierung, Tausend Grn.
1	Shyrovkov V.V., Shyrbasov Ya.O., Shyrovkov O.V., Datsij O.I.	Grundlagenforschung „Ausarbeitung der physisch-chemischen Grundlagen der Formierung der Oberflächen der Einzelteil der Maschinen durch Methoden der chemischen Bearbeitung und Diffusions-Borochromierung“, Staatregistrierungsnummer № 0113U000237	Ministerium für Bildung und Wissenschaft	771,997
2	Shyrovkov V.V., Shostak A.V.	Angewandte Untersuchung „Analytische und empirische Methoden der stereofraktographischen Untersuchungen in Tribomaterialkunde“ Staatregistrierungsnummer № 0112U000290	Ministerium für Bildung und Wissenschaft	450,0

11. ERWARTETE ERGEBNISSE NACH DER THEMATIK DES PROJEKTES

Tabelle 12

№	Benennungen der Werte der erwarteten Ergebnisse	Anzahl
1	Es werden nach dem Thema des Projektes die Artikel in den Zeitschriften veröffentlicht, die zu den wissenschaftlich-metrischen Datenbasis WoS und oder Scopus mit dem Index SNIP $\geq 0,4$ (Source Normalized Impact Per Paper) (für sozio-humanitäre Wissenschaften mit dem Index SNIP > 0) gehören.	4
2	Es werden nach dem Thema des Projektes die Artikel in den Zeitschriften veröffentlicht, die zu der Liste de Fachausgaben der Ukraine gehören und ISSN haben, Artikel in den ausländischen Zeitschriften, die in den Punkten 10.1-10.2 nicht eingeschlossen sind, und auch englischsprachige Thesen der Vorträge in den Materialien der internationalen Konferenzen, die von den wissenschaftlich-metrischen Datenbasen WoS oder Scopus (Index Copernicus für sozio-humanitäre Wissenschaften) indexiert werden und Schutzunterlagen auf die Rechtobjekte des intellektuellen Eigentums	8
3	Monographien nach dem Thema des Projektes, die in den ausländischen Ausgaben in den amtlichen Sprachen der Europäischen Union veröffentlicht werden (Druckbogen)	6
4	Kapiteln der Monographien nach der Richtung des Projektes, die in den ausländischen Ausgaben in offiziellen Sprachen der Europäischen Union veröffentlicht werden (Druckbogen)	3
5	Monographien nach der Richtung des Projektes, die in den Sprachen veröffentlicht werden, die nicht zu den Sprachen der Europäischen Union gehören (Druckbogen)	1

Nº	Benennungen der Werte der erwarteten Ergebnisse	Anzahl
6	Es werden wissenschaftliche und wissenschaftlich-praktische Ergebnisse des Projektes durch Abschließen der Verträge, Verkauf der Lizenzen, Zuschussverträge über die ausführende Organisation hinaus eingesetzt werden	1
7	Es werden die Dissertationen des Kandidaten für Wissenschaften (Ph.D.) und des Doktors für Wissenschaften von den Ausführeern nach dem Thema des Projektes verteidigt werden	1

12. ETAPPEN DER AUSFÜHRUNG DES PROJEKTES

Tabelle 13

Etappen der Arbeit	Titel und Inhalt der Etappe	Umfang der Finanzierung der Etappe	Erwartete Ergebnisse der Etappe Berichtunterlagen
1. Etappe (2017)	Planen des Experimentes, Übersicht der Literatur und andere analytische Arbeit, Modernisierung der Versuchsausstattung, Vorbereitung der Muster für Versuche und Analysen. Durchführung der nach den Regimen theoretisch begründeten der chemisch-thermisch behandelten Legierungen auf der Basis des Vanadiums durch Sauerstoff der Luft.	340 Tausend Grn.	<p>Erwartete Ergebnisse der Etappe: - es wird die Modernisierung der Versuchsausstattung, entsprechender Muster vollzogen;</p> <p>- Durchführung der vorläufigen Versuche.</p> <p>Analyse des Einflusses der Parameter der stärkenden chemisch-thermischen Behandlung durch Sauerstoff auf die Eigenschaften und chemischen Bestand der Legierungen.</p> <p>Sammlung notwendiger Information wird im Laufe der gesamten Periode der Ausführung des Projektes erfüllt.</p> <p>In der ersten Etappe (1.-4. Viertel) wird die Informationsrecherche mithilfe des Internets durchgeführt. Von der Analyse über Organisationen, die sich mit den Untersuchungen und Ausarbeitungen der Technologien der Ausbringung wenig aktiver Materialien befassen, und auch Firmen, die solche Materialien benutzen, wird das gemeinsame Interessengebiet festgestellt und die Möglichkeit der Teilnahme an den internationalen Konferenzen, Schulen-Seminaren, persönlichen Treffen gefunden werden. Es ist geplant, dass bis zum Ende des 4. Viertels die Liste der potenziellen Partner vorbereitet wird und ihre Adressen festgestellt werden. Bis zum Ende des 8. Viertels werden die Vertreter der Organisationen und Firmen aufgesucht, mit denen es sinnvoll ist, die Verhandlungen durchzuführen, und die Kontakte mit ihnen werden geknüpft (durch E-Mail oder</p>

Etappen der Arbeit	Titel und Inhalt der Etappe	Umfang der Finanzierung der Etappe	Erwartete Ergebnisse der Etappe Berichtunterlagen
			<p>persönliche Treffen in den internationalen wissenschaftlichen Foren). Dann werden mit ihnen die Verhandlungen über ihre Bereitschaft durchgeführt, unsere Innovationen zu lizenzieren oder unser weiteren Untersuchungen zu finanzieren. Auf solche Weise werden bis zum Ende des Projektes die attraktivsten potenziellen Partner festgestellt, die in der weiteren Mitarbeit interessiert sind.</p> <p>Berichtunterlagen: Es werden die Verallgemeinerung der Welterkenntnisse nach dem Thema des Projektes und Vorbereitung von 2 Übersichtsartikeln für Veröffentlichung in den fachlichen Ausgaben aus der Liste des Ministeriums für Bildung und Wissenschaft und Vorträgen in den Konferenzen unterschiedlichen Stellenwertes erwartet; Nach den Ergebnissen der Etappe wird ein Informationsbericht erstattet.</p>
2. Etappe (2018)	<p>Es wird die Analyse der Veränderungen der Eigenschaften der Versuchsmuster des Vanadiums und seiner Legierungen auf seiner Basis mit unterschiedlichen Verstärkungstypen nach dem dauerhaften Altern (100, 500, 1000, 5000 St.) unter Umständen, die betriebliche nachahmen, geplant;</p> <p>Analyse des Einflusses des Legierens auf die Abnutzungsfestigkeit des Vanadiums und seiner Analogen, Optimierung des chemischen Bestandes nach diesem Faktor.</p> <p>Vorbereitung der Materialien für Erhalten der Unterlagen (Patente) auf das intellektuelle Eigentum.</p>	700 Tausend Grn.	<p>Erwartete Ergebnisse der Etappe: Es werden analytische Abhängigkeiten dauerhafter Festigkeit dieser Materialien mit Rücksicht auf Wirkung dieser Umgebungen erhalten. Es wird die Entwicklung der Theorie der Hochtemperaturfestigkeit der Metalle und der Legierungen mit KRZ-Gittern mit Rücksicht auf thermoaktivierende Degradationsnatur ihrer mechanischen Eigenschaften erwartet. Es wird die Entwicklung die Fortsetzung der Theorie der inneren Oxidierung der Legierungen durch neue Gesetzmäßigkeiten erwartet.</p> <p>Berichtunterlagen: Es werden nach dem Thema des Projektes 8 Artikel in den Zeitschriften veröffentlicht, die zu der Liste de Fachausgaben der Ukraine gehören und ISSN haben, Artikel in den ausländischen Zeitschriften, und auch englischsprachige Thesen der Vorträge in den Materialien der internationalen Konferenzen, die von den wissenschaftlich-metrischen Datenbasen WoS oder Scopus (Index Copernicus für sozio-humanitäre Wissenschaften) indexiert werden, und Schutzunterlagen auf die Rechtobjekte des intellektuellen Eigentums. Nach den Ergebnissen der Etappe wird ein Informationsbericht erstattet.</p>

Etappen der Arbeit	Titel und Inhalt der Etappe	Umfang der Finanzierung der Etappe	Erwartete Ergebnisse der Etappe Berichtunterlagen
3. Etappe (2019)	Durchführung des gegenseitigen Erlernens der Veränderungen des Struktur-Phasen-Zustandes der Legierungen nach den Versuchen auf die Verträglichkeit mit Lithium- und Natrium-Schmelzen. Ausarbeitung der physisch-chemischen Grundlage der Erhöhung der Ressource der Leistungsfähigkeit. Vorbereitung der endgültigen Berichterstattung	800 Tausend Grn.	<p>Erwartete Ergebnisse der Etappe: Es werden physisch-chemische Grundlagen der Erhöhung der Ressource der Leistungsfähigkeit der Materialien neuer Klasse – Vanadiums und Legierungen auf seiner Basis (darunter auch wenig aktiver) und seiner Analogen in den aggressiven Hochtemperaturumgebungen durch Legierung und chemisch-thermische Behandlung, darunter durch Thermodiffusions-Oxidieren ausgearbeitet, Teil davon gehört zu den langfristigen Wärmeträgern in den Nuklear- und Thermonuklear-Energetik.</p> <p>Berichtunterlagen: Es werden nach dem Thema des Projektes 4 Artikel in den Zeitschriften, die zu den wissenschaftlich-metrischen Datenbasis WoS und oder Scopus mit dem Index SNIP $\geq 0,4$ (Source Normalized Impact Per Paper) (für sozio-humanitäre Wissenschaften mit dem Index SNIP > 0) gehören, und auch Monographien veröffentlicht.</p> <p>Es werden die Vollendung der Vorbereitung zur Verteidigung der geplanten Dissertationen, Ausführung einer qualifizierten Masterarbeit und zwei Diplomprojekte der Spezialisten und die Vorbereitung und Veröffentlichung der geplanten Artikel und Vorlesungskurse erwartet. Die endgültige Berichterstattung mit der analytischen Übersicht nach dem Problem, mit der Beschreibung der erhaltenen Ergebnisse, Schlussfolgerungen und Empfehlungen.</p>

13. AUSFÜHRER DES PROJEKTES (mit Bezahlung im Rahmen des Antrags)

- Habilitierter Doktor: 3; Doktor: 2;
 - Nachwuchswissenschaftler bis 35 Jahren: 0, darunter Doktor: 0, habilitierte Doktor: 0;
 - Wissenschaftliche Mitarbeiter ohne Grad: 0;
 - Ingenieur-technische Mitarbeiter: 1; Hilfspersonal: 2;
 - Habilitanden: 1; Doktoranden: 1; Studenten: 1.
- Zusammen: 10.

Tabelle 14

№	Name, Vorname, Vatersname	Wissenschaftlicher Grad	Wissenschaftlicher Titel	Stelle und Ort der Hauptbeschäftigung	Alter und Geburtsdatum
1	Shyrovkov Volodymyr Volodymyrovych	Dr.h. für technische Wissenschaften	Prof.	Professor, Ukrainische Akademie für Typographie	1955-05-04 (61)
2	Shahbasov Yakiv Oleksandrovytsch	Dr.h. für technische Wissenschaften	Prof.	Lehrstuhlleiter, Ukrainische Akademie für Typographie	1948-10-02 (68)
3	Shyrovkov Oleksii Volodymyrovych	Dr. für technische Wissenschaften	Ohne Titel	Oberlehrende, Ukrainische Akademie für Typographie	1978-05-23 (38)
4	Datsii Oleh Igorovytsch	Ohne Grad	Ohne Titel	Doktorand, Ukrainische Akademie für Typographie	1976-03-09 (40)
5	Shostak Anna Volodymyrivna	Dr.h. für technische Wissenschaften	Prof.	Dozent, Osteuropäische Nationale Lesja-Ukrainka-Universität	1965-08-14 (51)
6	Vasyliv Chrystyna Bronislavivna	Dr. für technische Wissenschaften	Oberer wissenschaftlicher Mitarbeiter	Oberer wissenschaftlicher Mitarbeiter, Physisch-mechanisches Institut der Nationalen Akademie der Wissenschaften der Ukraine	1960-10-05 (56)

Anhang 1. Annotationen der Artikel, die in der Tabelle 2 angeführt sind.

№	Titel der Artikel und ihre Annotationen
1	L.A. Arendar, <u>Kh. B. Vasyliv, V.V. Shyrovkov</u> Der Einfluss der Belastung auf die Deformation der Oberflächenschichte des Stahls mit Boron-Chromium-Schichte, Materials Science (2012) http://link.springer.com/artikle/10/1007/s11003-012-9459-0 Es ist empirisch die Übertragung des Bor-wenig aktiven Elementen in den Hochtemperaturmetallschmelzen auf die Stahloberfläche festgestellt worden.
2	<u>V.V. Shyrovkov, Ch. B. Vasyliv, O.V. Shyrovkov</u> Wege der Verbesserung der Hochtemperaturen-Leistungsfähigkeit des Vanadiums und einiger Legierungen, die in Reaktoren gebraucht werden. Journal of Nuclear Materials, 394 (2009), S. 114-122 http://documents.tips/documents/ways-of-improving-the-high-temperature-work-service-of-vanadium-and-some-alloys.html Die bisherigen Ergebnisse über Einfluss auf die Stabilität der Eigenschaften de Vanadium-Legierungen der dauerhaften Hochtemperaturbelastungen sind beschrieben.
3	B. Arendar, <u>Kh. B. Vasyliv, V.A. Vinar, E.M. Rud`kovs`kyj</u> Spezielle Besonderheiten der Festigkeit des Zirconiums in gasähnlichen Atmosphären bei unterschiedlichen Temperaturen. Materials Science, May 2013, Band 48, Ausgabe 6, S. 747-751, http://link.springer.com/article/10.1007/s11003-013-9564-8 Die Ergebnisse der Abnutzungsfestigkeit der Oberflächen der Reaktormaterialien werden betrachtet, unter anderem des Zirconiums, der der grundsätzliche Element in den strahlungsfesten Vanadium-Legierungen ist.

Anhang 4. Annotationen der Monographien, die in der Tabelle 7 angeführt sind.

№	Titel der Kapitel der Monographien und ihre Annotationen
1	<p>Melnyk V.M., <u>Shostak A. V.</u> Quantitative Stereomirkofraktographie, Lutsk: Verlag "Vesha" Volynische Nationale Lessja-Ukrainka-Universität (2009), 2012</p> <p>In der Monographie sind wissenschaftliche Grundlagen der Theorie und Praktik der dreidimensionalen rasterelektronischmikroskopischen Stereofraktographie vorgestellt. Die originellen Methoden der stereologo-stereometrischen fraktographischen Untersuchungen sind vorgeschlagen. Die methodischen Aspekte der entropischen Analyse der Cr-Roheisen als Dissipationssysteme sind betrachtet worden. Es sind in der Mechanik der Ruinierung nicht traditionelle Prinzipien der Fraktalität ausgearbeitet, die effektiven Methoden der fraktalen Metrik sind begründet worden. Beachtliche empirisch-fraktographische SEM-Untersuchungen wurden durchgeführt.</p>
2	<p>Grundlagen der Tribomaterialkunde / <u>Shyrov V.V., Shostak A.V., Boshydarnik V.V., Synii S.V., Shyrov O.V., Melnik Yu. A., Arendar L.A.</u> – Lutsk: Verlag der Lutsker NTU, 2013, 250 S.</p> <p>Die hauptsächlichen Angaben über weitgehende Konstruktionsmaterialien sind angeführt, die für Teile des Triboanschlusses der Reibungsknoten, Mechanismen der komplizierten technischen Systeme (metallschneidende Maschine, Transport- und Technologiemaschinen, neue Technik usw. für unterschiedliche Branchen der Wirtschaft) bestimmt sind.</p>